



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
AMBIENTAL**

“Comparación de la eficiencia de *Moringa oleífera* y *Caesalpinia spinosa* para  
mejorar la calidad del agua residual del dren 2000”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniera Ambiental**

**AUTORA:**

Bach. Guicelit Susana Sáenz Damián (ORCID: 0000-0003-1237-5670)

**ASESOR:**

Dr. Monteza Arbulú César Augusto (ORCID: 0000-0003-2052-6707)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de Residuos

**CHICLAYO – PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación está dedicado a mis padres que han sido la base de mi formación, porque gracias a su apoyo económico y moral estoy cumpliendo cada una de mis metas; a mi abuelita Alicia, a mi hermana Larisa, a mis tíos Liliana, Juan y Eumelia, por su apoyo incondicional.

A mi ahijado Juan Jesús que está en el cielo, que es la persona que me enseñó a nunca darme por vencida, él es mi motivación y mi ejemplo de lucha.

A Dios, quien me ha dado la fuerza y voluntad necesarias para enfrentar todo tipo de obstáculos que se presentaron en mi camino.

Y para finalizar a todas las personas que confiaron en mí, sin importar lo que pasara, a mis compañeros, por el tiempo compartido durante las horas de estudios y los grandes momentos vividos; por último al Ing. César Augusto Monteza Arbulù por su apoyo en la elaboración de esta tesis y a la Ing. Kerly Mera por su apoyo en la parte experimental, las cuales fueron la guía ideal para poder culminar este trabajo de investigación.

Guicelit Susana Sáenz Damián

## **Agradecimiento**

En primer lugar, a Dios por darme la vida y la oportunidad de tener una familia maravillosa, por brindarme salud y las fuerzas necesarias para poder ir paso a paso cumpliendo mis metas.

Quiero agradecer a mi madre Luz Verónica Damián Morón, por estar siempre a mi lado en los momentos difíciles, por su apoyo incondicional, por sus consejos, por su afán de guiarme por el buen camino, por su paciencia, por contagiarme su actitud para ser una persona luchadora, y por enseñarme que todo depende de uno mismo y que nada es imposible.

A mi padre Javier Adrián Sáenz Díaz, por inculcarme la responsabilidad y el respeto.

Al Ing. César Monteza Arbulú, por su apoyo y dedicación, por sus conocimientos, su experiencia y su motivación.

A la Ing. Kerly Mera, por su apoyo incondicional en el laboratorio, por la paciencia y el tiempo que se tomó para poder llevar a cabo la parte experimental de esta tesis.

**La autora**

## **Página del jurado**

## Declaratoria de Autenticidad

Yo **Guicelit Susana Saenz Damian** estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la facultad de Ingeniería de la Universidad Privada César-Vallejo identificado con DNI: **75777830**.

Declaro la autenticidad de este proyecto de investigación bajo juramento que:

1. Yo soy la única autora de este proyecto de investigación que tiene como título: **“COMPARACIÓN DE LA EFICIENCIA DE *Moringa oleífera* y *Caesalpinia spinosa* PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA RESIDUAL DEL DREN 2000”** la misma que voy a presentar para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. En este trabajo de investigación todos los datos e información presentada son auténticos y veraces, puesto que se han considerado y respetado todas las citas y referencias de las normas ISO 690:2010 para las fuentes que han sido consultadas.
3. En los resultados que están siendo presentados en este trabajo de investigación son completamente reales certificados por la Universidad Privada César Vallejo en cual no han sido copiados, falsificados ni duplica.

Chiclayo, 12 de diciembre del 2019



---

Guicelit Susana Saenz Damian  
DNI: 75777830

## Índice

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de Autenticidad .....	v
Índice .....	vi
Índice de tablas .....	viii
Índice de figuras .....	ix
RESUMEN .....	x
ABSTRACT .....	ix
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. MÉTODO .....	17
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	17
3.2. Variables y operacionalización.....	17
3.3. Población y muestra.....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad....	19
3.5. Métodos para análisis de datos .....	26

3.5.1.	Análisis estadístico .....	26
3.5.2.	Aspectos Éticos.....	26
IV.	RESULTADOS .....	27
4.1.	Análisis del agua.....	27
4.2.	Aplicación de Goma de tara (Caesalpinia Spinosa), Moringa (Moringa Oleífera) y Sulfato de aluminio.....	27
V.	DISCUSIÓN .....	50
VI.	CONCLUSIONES .....	51
VII.	RECOMENDACIONES .....	52
	REFERENCIAS .....	53
	ANEXO .....	58
	Acta de aprobación de originalidad de tesis .....	69
	Autorización de publicación de tesis en el repositorio institucional UCV .....	71
	Autorización de la versión final del trabajo de investigación .....	72

## Índice de tablas

Tabla 1. Cuadro de operacionalización .....	18
Tabla 2. <i>Técnicas de Campo</i> .....	19
Tabla 3. Técnica de muestreo .....	19
Tabla 4: Análisis fisicoquímicos del Agua Residual del Dren 2000 .....	27
Tabla 5: velocidades de la prueba de jarra .....	27
Tabla 6 : Dosis nº 1 - 0,75 g/ml de Moringa en polvo en aguas residuales del Dren 2000.	28
Tabla 7: Dosis nº 2 - 1 g/ml de Moringa en polvo y Sulfato de aluminio en aguas residuales del Dren 2000. ....	28
Tabla 8: Dosis nº 3 - 1.25 g/ml de Moringa en polvo y Sulfato de aluminio en aguas residuales del Dren 200. ....	28
Tabla 9: Dosis optima de Moringa en polvo y Sulfato de aluminio en Agua Residual del Dren 4000 .....	29
Tabla 10: Dosis nº 1 - 0,75g/700ml de goma de tara y Sulfato de aluminio en aguas residuales del Dren 2000. ....	34
Tabla 11: Dosis nº 2 - 1 g/700ml de goma de tara y Sulfato de aluminio en aguas residuales del Dren 2000. ....	34
Tabla 12: Dosis nº 3 - 1.25 g/700ml de goma de tara y Sulfato de aluminio en aguas residuales del Dren 2000. ....	35
Tabla 13: Dosis optima de goma y Sulfato de aluminio de tara en Agua Residual del Dren 4000 .....	35
Tabla 14: Comparación de la eficiencia de la Moringa en polvo, la goma de tara y Sulfato de aluminio en agua residual del dren 2000. ....	40



## Índice de figuras

Figura 1. pH (Moringa Oleífera) .....	29
Figura 2. Turbidez (Moringa Oleífera).....	30
Figura 3. Conductividad Eléctrica (Moringa Oleífera) .....	30
Figura 7. Oxígeno disuelto (Moringa Oleífera).....	31
Figura 5. Demanda Biológica de Oxígeno (Moringa Oleífera).....	32
<i>Figura 6.</i> Demanda Química de Oxígeno (Moringa Oleífera) .....	33
Figura 7. pH (Cesalpinia Spinosa).....	36
<i>Figura 8.</i> Turbidez (Cesalpinia Spinosa) .....	36
Figura 9. Conductividad Eléctrica (Cesalpinia Spinosa).....	37
<i>Figura 10.</i> Oxígeno disuelto (Cesalpinia Spinosa) .....	37
Figura 11. Solidos Suspendidos Totales (Cesalpinia Spinosa).....	38
Figura 12. Demanda Biológica de Oxígeno (Cesalpinia Spinosa) .....	39
Figura 13. Demanda Química de Oxígeno (Cesalpinia Spinosa).....	39
Figura 14. pH (Moringa Oleífera) y (Cesalpinia Spinosa) .....	41
Figura 15. Turbidez (Moringa Oleífera) y (Cesalpinia Spinosa).....	41
Figura 16. Conductividad Eléctrica (Moringa Oleífera) y (Cesalpinia Spinosa) .....	42
Figura 17. Oxígeno Disueltos (Moringa Oleífera) y (Cesalpinia Spinosa) .....	42
Figura 18. Solido Suspendidos totales (Moringa Oleífera) y (Cesalpinia Spinosa).....	43
Figura 19. Demanda Biológica de Oxígeno(Moringa Oleífera) y (Cesalpinia Spinosa).....	43
Figura 20. Demanda Química de Oxígeno (Moringa Oleífera) y (Cesalpinia Spinosa) .....	44

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo comparar la eficiencia de la *Moringa Oleífera* y *Caesalpinia Spinosa* para mejorar la calidad del agua residual del dren 2000, para ello se usó un diseño no experimental Simétrico y una población infinita conformada por las aguas residuales del dren 2000 – San José, utilizando el equipo de test de Jarras para determinar la dosis óptima de cada coagulante aplicando tres diferentes dosis, viendo su eficiencia mediante los análisis de los parámetros fisicoquímicos para luego comparar la dosis eficiente de los dos coagulantes naturales. Para la semilla de Moringa en polvo (*Moringa Oleífera*) se aplicó las dosis de 0.75g (T4), 1g (T5) y 1.25g (T6), comprobándose que para el pH la mejor dosis es de 0.75 g volviéndola más acida al pH de 7.22 a 4.41, en cuanto al oxígeno disuelto, una de las dosis es de 1.25g la cual fue la única dosis que disminuyó levemente de 6.77 ppm a 6.67 ppm, la dosis efectiva es de 0.75g ya que es la más óptima para disminuir los parámetros de turbidez, Conductividad Eléctrica, SST, DBO5 y DQO. Obtuvo una turbidez de 60 NTU a 9.6 NTU, conductividad de 1.791 de mS/cm a 1170 de mS/cm, un SST de 895 ppm a 585ppmm, una DBO de 682 mg/L a 437 mg/L y una DQO de 9269 mg/L a 1694 mg/L. Para la goma de tara (*Caesalpineia Spinosa*) se aplicaron las dosis de 0.75g (T1), 1g (T2) y 1.25g (T3) comprobándose que para el pH la mejor dosis es de 1 g volviendo más acida al pH de 7.22 a 4.43 en cuanto al oxígeno disuelto, la dosis de 1.25g es la única que disminuyó levemente de 6.77 ppm a 6.05 ppm, la dosis efectiva fue la de 1g ya que es la más óptima para disminuir los parámetros Turbidez, Conductividad Eléctrica, SST, DBO5 y DQO. Obtuvo una turbidez de 60 UNT a 17 UNT, una conductividad de 1.791 de mS/cm a 1351 de mS/cm, un SST de 895 ppm a 676, una DBO de 682 mg/L a 485 mg/L y una DQO de 9269 mg/L a 4197mg/L. Para ambos tratamientos se trabajó con una velocidad rápida de 300 rpm por 5 minutos, una velocidad lenta de 45 rpm por 20 minutos y un tiempo de decantación de 1 hora. Se llegó a la conclusión de que ambos tratamientos reducen los parámetros fisicoquímicos en todas sus dosis, con respecto a las dosis que permiten mayor eficiencia, en el primer coagulante; se determinó que en el Oxígeno Disuelto fue la T6 reduciéndolo mucho menos, el más efectivo en Turbidez, Conductividad Eléctrica, SST, DBO5 y DQO se determinó que el T4 ejerce un mejor rendimiento y eficiencia.

**Palabras Claves:** Eficiencia, parámetros, test de jarras.

## ABSTRACT

The objective of this research work was to compare the efficiency of the *Moringa Oleífera* and *Caesalpinia Spinosa* to improve the quality of wastewater from the 2000 drain. For this purpose, this research was carried out, a non-experimental design was used, symmetric and an infinite population formed by wastewater from drain 2000 - San José, using the jar test equipment to determine the optimal dose of each coagulant by applying three different doses, seeing their efficiency by analyzing the physicochemical parameters and then purchasing the efficient dose of the two natural coagulants. For the *Moringa* powder seed (*Moringa Oleífera*) the doses of 0.75g (T4), 1g (T5) and 1.25g (T6) were applied, verifying that for the pH the best dose is 0.75 g, making it more acidic at pH from 7.22 to 4.41 in terms of dissolved oxygen one dose is 1.25g which was the only dose that decreased slightly from 6.77 ppm to 6.67 ppm, the effective dose is 0.75g since it is the most optimal to decrease the parameters of turbidity, Electrical Conductivity, SST, BOD5 and COD. It obtained a turbidity of 60 NTU at 9.6 NTU, conductivity of 1,791 mS / cm at 1170 mS / cm, an SST of 895 ppm at 585ppmm, a BOD of 682 mg / L at 437 mg / L and a COD of 9269 mg / L to 1694 mg / L. For the *Tara gum* (*Caesalpinia Spinosa*) the doses of 0.75g (T1), 1g (T2) and 1.25g (T3) were applied, verifying that for the pH the best dose is 1 g returning more acid to the pH of 7.22 a 4.43 Regarding Dissolved Oxygen the dose of 1.25g is the only one that decreased slightly from 6.77 ppm to 6.05 ppm, the effective dose was 1g since it is the most optimal to decrease the parameters Turbidity, Electrical Conductivity, SST, BOD5 and COD. It obtained a turbidity of 60 UNT at 17 UNT, a conductivity of 1,791 mS / cm at 1351 mS / cm, an SST of 895 ppm at 676, a BOD of 682 mg / L at 485 mg / L and a COD of 9269 mg / L at 4197mg / L. For both treatments we worked with a fast speed of 300 rpm for 5 minutes, a slow speed of 45 rpm for 20 minutes and a decantation time of 1 hour. It was concluded that both treatments reduce the physicochemical parameters in all their doses, with respect to the doses that allow greater efficiency, it is the first coagulant; It was determined that in the Dissolved Oxygen it was the T6 reducing it much less, the most effective in Turbidity, Electrical Conductivity, SST, BOD5 and COD was determined that the T4 exerts a better performance and efficiency.

**Keywords:** Efficiency, parameters, jar test

## I. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas ambientales más graves en todo el mundo son las aguas residuales, dado que 80% de todo el planeta no se llegan a tratar o no llevan un tratamiento adecuado, en varios casos los vierten en drenes que después pasan a desembocar en los ríos, lagos y mares; que no solo causa contaminación de la fauna y flora, sino que además provoca muchas enfermedades o en algunos casos la muerte. En el 2012, se logró registrar más de medio millón de muertos en el planeta por el consumo de agua potable contaminada e instalaciones para el lavado de manos y servicios indebido. La contaminación del agua en la mayor parte de los ríos de África, Latinoamérica y Asia es cada vez peor. Constantemente se encuentran más zonas muertas desoxigenadas en mares y océanos por el mismo hecho que las aguas residuales son vertidas sin tratar, lo cual perjudica a los ecosistemas marinos, con consecuencias a la industria pesquera. (Unesco 2017).

Según las investigaciones que realizó la **Organización Mundial de la Salud (2017)** para adquirir nuevas fuentes de agua se va haciendo cada vez más fácil, ya que el aumento de la población mundial, la escasez de calidad de recursos hídricos, la rápida urbanización y el crecimiento del precio de los fertilizantes explican el uso cada vez mayor de aguas residuales, aguas grises y excrementos en la acuicultura y la agricultura.

La contaminación según **Pimentel (2017)**, actúa con una gran magnitud en los países industrializados y un buen aprovechamiento a la agricultura. China entre otras cosas, tuvo que reconocer que un poco más del 80% de los ríos están contaminados, y por el momento no son aptas para aguas potables. En Estados Unidos, dos de cada cinco ríos están contaminados, las autoridades sanitarias han tenido que avisar a la población que no pueden ni pescar, ni bañarse en los ríos. En el ciclo la esperanza de antaño, actuará como un plan de purificador a nivel global y hace mucho tiempo se reveló como una falacia que los océanos servirían como vertedero universal de la basura para la nueva civilización, ya que un sistema de tratamiento de agua y su disposición final para que no contaminen, son muy costosos, inasequible hasta para los privilegiados en la economía. En República Dominicana el estado es todavía más crítico, al no tener una política nacional de saneamiento que constituya las estrategias a continuar en ese sentido.

Está todavía pendiente la tarea de seguir en la superación de inconvenientes relacionados con la higiene del hogar, del ámbito rural y urbano, también ofrecer un tratamiento apropiado a las aguas residuales para así poder remover los patógenos humanos y contar con la construcción obligatoria de las plantas de tratamiento en las aguas cloacales

urbanas, hoteles e industrias, otros; para poder lograr darle otro uso en trabajos productivos.

No obstante, ya se empezó a admitir la importancia de la recolección, reutilización y tratamiento de las aguas residuales. Se realizó un estudio recientemente mostrando que, de 181 países, solamente 55 contaban con información en temas de generación, utilización y tratamiento de aguas residuales; los países restantes no contaban con información o solo tienen datos parciales.

En el Perú casi 70% de sus aguas residuales no cuentan con un tratamiento apropiado, por lo tanto, hace difícil lograr el ciclo del agua, especialmente para el reúso, debido a la contaminación que posee el agua. En el Perú, únicamente se ha invertido un 30% de las inversiones públicas para un tratamiento de aguas residuales, y además que de las 143 plantas de tratamiento de agua residual que existen en el Perú solo el 14% cumplen con la normatividad vigente para su funcionamiento en concordancia al Plan Nacional de Saneamiento 2006-2015. El nivel de contaminación de las aguas puede llegar a ser primarios, secundarios y terciarios (**Meoño, Taranco y Olivares, 2018**).

Según un estudio hecho por (**Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2013**) actualmente las perspectivas del saneamiento y sector del agua en el Perú, anunciado por (**ANA**), son 7 millones de pobladores del país no cuentan aún con agua potable; el nivel su cobertura es aún mayor al 80%, en los departamentos de: Ica, Callao, Lima, Arequipa, Tacna y Lambayeque; la cobertura es menor al 40% es de Puno, Huancavelica, Huánuco, y Amazonas. Un aproximado del 40% del agua no es facturado; y hay más de 10 millones de pobladores no cuentan con servicios de saneamiento; la cobertura de saneamiento es más del 80% solo en Lambayeque, Tacna y Lima, la cobertura de saneamiento del 20% al 40% es de Madre de Dios, Ucayali y Loreto.

Lambayeque y por ende Chiclayo no es ajeno al problema de contaminación de aguas residuales, estamos rodeados de agua negra con olores fétidos. Según Vega, (2017) periodista de La República, según fuentes aseguran que la administración de Epsel (Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento de Lambayeque) es un desastre, donde la localidad de Chiclayo se convirtió en un vertedero de aguas servidas” y también dio a entender “que no cuenta con una administración sólida, ni un Sistema de Saneamiento adecuado” y un claro ejemplo de esto son las calles con olores pestilentes por la presencia de aguas residuales, así tenemos a las calles Elías Aguirre, San José, José Balta, Vicente de la Vega, donde se inundan las pistas, mientras los olores fétidos crean una atmósfera dañina para la salud pública y el medio ambiente.

La investigación, se justifica que se tuvo como objetivo determinar la eficiencia de los coagulantes naturales; las semillas de moringa (*Moringa oleífera*) y la goma de tara (*Caesalpinia spinosa*). Por lo que se planteó este tratamiento como una alternativa viable para la eliminación de la materia suspendida del dren 2000, porque no representa ningún peligro para la salud humana, ni a los ecosistemas a largo plazo, y también para así minimizar la contaminación de las quebradas, ríos, lagos, mares entre otros.

Los coagulantes naturales son una alternativa que pueden llegar a tener rendimientos iguales o incluso pueden llegar a ser mucho mejores que los sintéticos, además poseen un valor agregado relacionado con las características de biodegradabilidad que los convierten en el punto de vista ambiental una alternativa viable para el tratamiento de aguas residuales (Arcila & Peralta, 2015).

Por lo tanto, al culminar con el proyecto de investigación los resultados pueden llegar a ser beneficioso para toda la población ya que se podrá reducir o minimizar el nivel de contaminación de las aguas residuales y así poder mejorar la calidad tanto de los pobladores como el de nuestro ecosistema. La investigación responderá a la siguiente formulación ¿Qué coagulante natural es más eficiente, las semillas de moringa (*Moringa Oleífera*) o la goma de tara (*Caesalpinia Spinosa*) para el tratamiento de aguas residuales del dren 2000?

Se tuvo como objetivo general, Comparar la eficiencia de las semillas moringa (*Moringa oleífera*) y goma de tara (*caesalpinia spinosa*) para el tratamiento de aguas residuales del dren 2000., con objetivos específicos Determinar la calidad del agua residual del dren 2000 antes del tratamiento, Dosificar el coagulante de las semillas de moringa (*Moringa oleífera*) y la goma de tara (*Caesalpinia spinosa*), Determinar la calidad del agua residual del dren 2000, después de aplicar los coagulantes de las semillas de moringa (*Moringa oleífera*) y de la goma de tara (*Caesalpinia spinosa*), Determinar cuál coagulante natural a base de las semillas de moringa (*Moringa oleífera*) y de la goma de tara (*Caesalpinia Spinosa*) es más eficiente.

Con hipótesis que se tiene que afirmar, *Moringa oleífera no será más eficiente que la Caesalpinia spinosa para el tratamiento de aguas residuales del dren 2000, Moringa oleífera es más eficiente que la Caesalpinia spinosa para el tratamiento de aguas residuales del dren 2000.*

## II. MARCO TEÓRICO

Según el trabajo de investigación que realizaron **Alegría, Salamana, Rojas y Concha, (2015)** en su artículo de la Moringa Oleífera, su efecto se basó principalmente en los análisis de test de jarras (jar-tes) para el tratamiento de aguas lo que permitió ver cuál será más eficiente un coagulante natural (Moringa oleífera) o un coagulante químico (Sulfato de aluminio). Para la determinación de la eficiencia de los coagulantes se evaluó los parámetros de remoción: turbidez, color, SST, DBO y DBO5; para las aguas resultantes del pelado químico de vegetales la dosis más apropiada es de 0,15g / 600 ml mejorando en los parámetros tanto fisicoquímicos y como microbiológicos en un porcentaje de 66.75% y el sulfato de aluminio logró un porcentaje menor que fue de 63.5%, con una turbidez de 91.5 UNT y en las aguas provenientes de beneficio de café la dosis más eficiente es de 4g / 600 ml, mejorando en los parámetros tanto fisicoquímicos y microbiológicos en un porcentaje de 80.9%, y por lo tanto el sulfato de aluminio logró un porcentaje menor que fue de 73.56%, con una turbidez de 2000 UNT; en las dos aguas se utilizó la misma dosificación del sulfato de aluminio.

Para poder revolver las cargas orgánicas que tienen las aguas residuales, se han puesto a prueba o realizado diferente tipo de tratamientos, tanto como físico, químico y microbiológico. Según la investigación **Avelino, Novelo y Dávila, (2009)** en su artículo de la Moringa Oleífera como coagulante para agua residuales, en donde propusieron el proceso de fisicoquímico de la floculación y coagulación para que puedan remover sólidos suspendidos y coloidales, por lo que se utilizó como coagulante las semillas de moringa para ayudar al tratamiento de aguas residuales. Para esta investigación se usaron las semillas de moringa maceradas, en suspensión y en solución, para así poder minimizar la absorción de las partículas suspendidas en el agua residual generada. El tiempo mínimo en el que sucedió la reacción fue del minuto 5 con la disminución de la absorbancia del 25% para las aguas de una fosa, con materia orgánica suspendida mucho menor y para el agua residual de laguna con mayor cantidad de sólidos suspendidos tuvieron una reducción del 82 %. Relacionado a la dosis del coagulante (suspensión de semillas), aun cuando 25 g/l fue más eficiente con la reducción de absorbancia que fue hasta del 78%, no hubo mucha diferencia en las dosis de 10 g/l donde la reducción de la absorbancia fue del 61%.

La investigación que realizó (**Aguilar, (2010)** en su tesis de la (*Caesalpinia spinosa*) utilizada la goma de tara como coagulante. Propone la goma de tara como una de las alternativas viables para el tratamiento de aguas, la cual se basó en el análisis de test de jarra, permitiendo simular el proceso de coagulación/floculación con diferentes aguas para así

poder determinar la eficiencia de la goma de tara, por eso fueron dos TIPOS de aguas; una es agua turbida que se le denominó TIPO I y aguas claras que se le denominó TIPO II. En la primera fase del test de jarras, se logró obtener una mejora en la remoción de turbiedad ya que se agregó la goma de tara como ayudante de floculación, por lo cual se vio reflejado en la obtención de la turbiedad más baja utilizando solo el sulfato de aluminio que se logró obtener un turbiedad de 3.4 UNT y agregando la goma de tara 1.9 UNT en el agua de TIPO I 390 UNT, mientras tanto en el agua de TIPO II 25 UNT solo con el sulfato de aluminio es de 2,5 UNT y agregando a goma de tara se obtuvo una turbidez de 1.7 UNT.

Los resultados fueron los siguiente en el TIPO I 390 UNT, se logró disminuir casi el 17 % solo con el sulfato de aluminio, por lo tanto se obtuvo una tasa de decantación  $q=23 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$  y al momento de agregar la goma de tara como ayudante de floculación se logró obtener una tasa de  $q= 37 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{día}$ , demostrando una mejora del 32% de la tasa de decantación. El TIPO II 25 UNT el rendimiento en este tipo de agua no fue tan eficiente, cuando se utilizó el sulfato de aluminio se obtuvo una tasa de  $q=23 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$  y utilizando la goma de tara se logró obtener una tasa de  $q=28 \text{ m}^3/ \text{m}^2/ \text{día}$  obteniendo una mejora del 21%.

Al transcurrir los años han existido diferentes investigadores que han venido estudiando el proceso de coagulación- Floculación naturales de algún origen vegetal como una alternativa viable, que no pueda contaminar nuestro medio ambiente y que también sea inofensiva para la salud humana. En el trabajo de investigación que realizaron **Guerrero y López, (2016)** trata de Las semillas de *Caesalpinia Spinosa* para la remoción de materia orgánica y sólidos suspendidos. Una de las alternativas naturales que utilizaron fue la Tara, por lo que fue utilizada como un método de descontaminación para el rio de Pollo ubicado en Otuzco, La Libertad, Perú y por lo tanto se utilizó el método de Pruebas de Jarras; para que se pueda determinar las velocidades de agitación óptimas y la concentración de floculante, los resultados demostraron que la eficiencia de la goma de tara, para poder remover el valor de la turbiedad inicial de 42,6 NTU hasta el valor mínimo de 8.92 NTU; las variables que se fueron evaluados con la agitación lenta durante 25 minutos fue mayor de 45 rpm, la agitación rápida durante 1 minuto y medio la cual fue menor de 200 rpm; y la concentración de floculación (2000 ppm y 3000 ppm); La remoción de turbiedad bajo esas condiciones fue un porcentaje de 79.06%; Pese a lo cual, los porcentajes más altos de remoción de DQO son de 38%; desde 509 mg/l hasta 821 mg/l, DBQ5 es de 43.52% desde 257 mg/l hasta 455 mg/l y SST 17.07% 34 mg/l desde hasta 41 mg/l. El pH de todas las



muestras fue aproximadamente neutro.

En el siguiente trabajo de investigación que realizó **Hoyos, Medina, Valencia, y Peña, (2017)** trató del uso del polvo de la semilla de la *Moringa oleífera* como coagulante natural para ello, se utilizó la *Moringa oleífera* como coagulante para el tratamiento de aguas residuales de un camal. Para esto se realizó pruebas de test de jarras donde se agregó diferentes dosis del coagulante natural. Los resultados que se obtuvieron utilizando semillas de *Moringa* como coagulante natural se logró obtener la eficiencia del color fue de 93% y una remoción de turbidez de 86,7%, en cada en prueba que se realizó se midió: turbidez, color, temperatura, pH; DQO, DBO5, SST, Coliformes fecales y totales en donde lograron alcanzar porcentajes mayores al 90% en remoción de coliformes fecales y totales; porcentajes entre 20 y 60%. La dosis más eficiente en este caso fue de 7500 mg/l y un 5 % de concentración, donde nos demuestra las ventajas de usar la *Moringa Oleífera* como semilla para así mejorar las características del agua residual, lo cual se considera un aporte importante de este trabajo.

**Huachaca y Gonzales, (2017)** Mencionando en su artículo la remoción de turbiedad mediante la floculación y coagulación usando goma de tara. La finalidad de este trabajo de investigación es la determinación de la eficiencia de remoción de la turbiedad del río Rímac, que utilizará la coagulación y floculación con (*Caesalpinia spinosa*) específicamente con la goma de tara del mismo. Para lo cual se hizo un diseño Factorial de 24 que equivale a 16 experimentos, 4 factores analizados: pH, velocidad de mezcla rápida, velocidad de mezcla lenta y, dosis de coagulante, una variable dependiente la cual es la turbidez, la metodología que se usó para poder establecer los valores óptimos es el test de Jarras. Cuya conclusión fue, que los significativos de las variables para la remoción de la turbidez son la dosis del coagulante, mezcla rápida, lenta y pH en las concentraciones siguientes: el ( $Al_2SO_4$ ) en un 2% y la dosis correspondiente es de 5 ml; la concentración de la goma de tara es de 0,1 % y la dosis optima es de 10 ml. El nivel de significancia que obtuvo la aplicación del diseño factorial fue del 5%.

Según **Pérez, (2016)** En su tesis determina que *Caesalpinia Spinosa*, *Opuntia ficus india* y *aloe vera* como coagulantes, se llevó a cabo el tratamiento por medio del test de jarras en donde se puso a prueba los coagulantes-Floculantes naturales y duró aproximadamente 9 meses, algunas variables como la cantidad del recurso a usar, el tiempo de contacto y la velocidad de agitación. En cuanto se realizó las pruebas necesarias los resultados fueron: en la turbidez se logró reducir hasta un 42,48% usando el Aloe Vera, un 28,47% usando la *Caesalpinia Spinosa* y el más efectivo fue el 61.09% usando la *Opuntia ficus India*. Se usaron

tres diferentes tiempos, pero no se notó la diferencia, por lo tanto, no influyó mucho el proceso de la reducción de la turbidez. La velocidad más adecuada es de 100 rpm, ya que dio resultados beneficiosos para la reducción de la turbidez, pero para la *Caesalpinia Spinosa* la agitación de la velocidad es mínima. Dicho tratamiento no influye, ni altera el pH de las aguas del río Criznejas.

Urquia, (2017) Da a conocer en la investigación de su tesis de la moringa y tara en su eficiencia en el tratamiento de aguas cual es la dosis más eficiente para el test de jarras que se realizará a dicho río, los resultado de dichas pruebas agregando los coagulantes naturales fueron con la *Opuntia ficus-India* la dosis más efectiva fue de 0.5g/l se obtuvo una turbidez de 14,68 a 560 NTU, de 7.49 a 7.64 en el pH, las concentración de DBO5, DQO también redujeron notalmente y en los sólidos disueltos es de 34,33 g/l a 300g/l. a comparación de las semillas de moringa la dosis con mejor rendimiento es de 0.75 g/l se obtuvo una turbidez de 6,21 a 560 NTU, de 7.29 a 7.64 en el pH, la concentración de DBO5, DQO también redujeron notalmente y en los sólidos disueltos es de 30.33 g/l a 303 g/l. y en los dos coagulantes se utilizaron 60 rpm durante 20 min con una agitación lenta, 240 rpm durante 5 min con una agitación rápida y una hora de sedimentación. Se pudo llegar a la conclusión que ambos coagulantes tanto el mucilago de la tuna (*Opuntia ficus- india*) y las semillas de moringa (*Moringa oleífera*) son coagulantes alternos muy eficientes para revolver contaminantes físicos y químicos en las aguas contaminadas. Se puede decir que las semillas de Moringa Oleífera son más eficientes.

Una vez descrito los trabajos previos, se define las teorías con respecto a las variables de estudio **Moringa** (*Moringa oleífera*), es un producto de origen Hindú, la existencia de dicha planta abunda en todo el trópico. La variedad de nombres en los diferentes idiomas que existen y los innumerables usos nos hacen pensar en la importancia que tiene este producto para el ser humano. En varios lugares se le llama como “Tambor de palo” por la forma de sus vainas, siendo así uno de los más importantes productos de África en donde lo conocen como “el mejor amigo de mamá”. Se le llama también “el árbol del rábano picante”, dado al gusto de sus raíces, los británicos en la antigüedad lo usaron como reemplazo de los rábanos silvestres (Folkard & Sutherland, 1996).

Características morfológicas del árbol, Raíz: Es carnosa casi como en forma de rábano y mide varios metros, es globosa y pivotante lo cual le da a la planta resistencia en épocas de sequías en periodos largos, cada vez que se le hace un corte, sale como una goma de color rojizo parduzco. Hojas: Están compuestas con oblongas, ovaladas, hojuelas

delgadas de 1 a 3 centímetros de largo; son de color verde claro y miden aprox. 20 centímetros de largo. Contienen cantidades relevantes de hierro, calcio, fósforo, también vitaminas A y C; y contiene un 27% de proteínas. Posee cualidades nutritivas sobresalientes que logran estar en unos los mejores vegetales perennes.

Flor: Son bisexuales, fragantes, numerosas y de color crema; miden aproximadamente 1 hasta 1.55 cm de largo. Está compuesta y unidos por sépalos lineales a lineal - oblongo que tienen un largo de 9 a 13 mm. Sus sépalos son algo más pequeños que los pétalos. Tallo: Su tronco generalmente es diverso en su tamaño y espeso, la corona densa y pequeña; su corteza es blanquecina, algunas veces sobrepasa los 10 m. de altura.

Fruto: Sus frutos son lineares, de tres lados, pendientes y son unas cápsulas de color pardo, regularmente tienen un largo de 20 a 45 cm, aunque a veces puede llegar a medir 120 cm de largo, y su ancho es de 2 a 2.5 cm. Si su corte es transversal se puede lograr observar una división triangular con varias semillas a lo largo. Los frutos llegan a su madurez en el tercer mes después de su florecimiento. Semilla: Están envueltas por una cáscara fina de color café, son carnosas. Al extraer la cáscara se logra obtener el endospermo que es muy oleaginoso y blanquecino.

La Moringa oleífera tiene múltiples usos como agentes domésticos para la limpieza, tinte para el cabello, para producir goma natural, proveer biogás, clarificador y producir miel. Tiene también diferentes usos en medicina y ornamentales, como un coagulante natural para clarificar el agua.

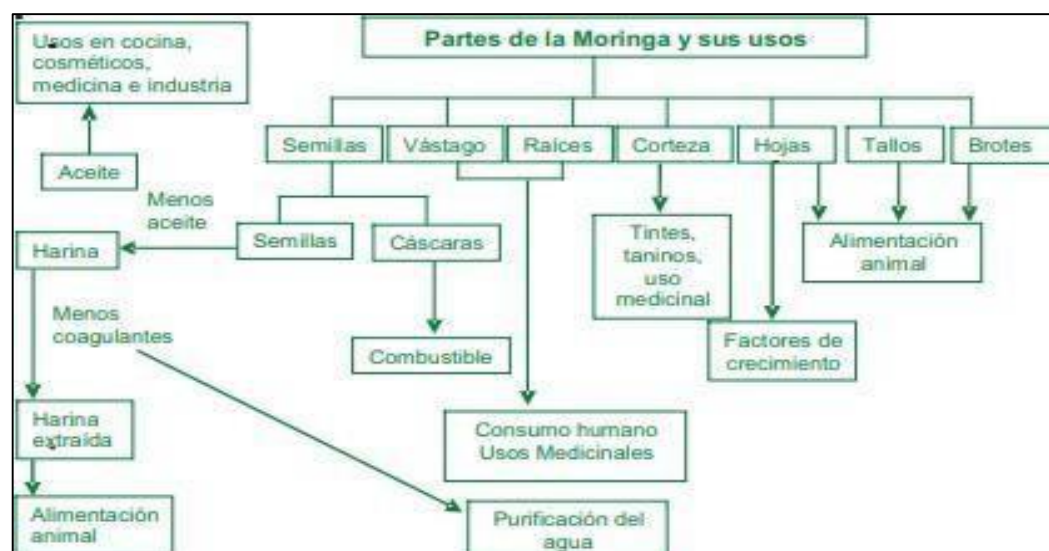


Figura 1: “Usos potenciales de las diferentes partes de la planta Moringa oleífera en la industria y producción de alimentos” (Foidl, Makkar, & Becker, 2001).

Las características de la semilla, La semilla de Moringa tiene 17 aminoácidos: glicina (Gli), prolina (Pro), alanina (Ala), ácido aspártico (Asp), serina (Ser), ácido glutamínico (Glu), arginina (Arg), histidina (His), treonina (Tre), valina (Val), fenilalanina (Fen), tirosina (Tir), metionina (Met), lisina (Lis), cistina (Cis), isoleucina (Ile) y leucina (Leu) (Jubisay y otros, 2003). Se reportó que en la fracción activa de la moringa se presenciaron algunos aminoácidos, excepto la lisina. El último aminoácido puede contribuir en la desestabilidad de las partículas coloidales, que también son responsables de la subsiguiente coagulación y de la turbidez del agua.

En los aminoácidos polares hidrofílicos que tiene la semilla de la moringa es: arginina (Arg), lisina (Lis), histidina (His), ácido glutamínico (Glu), ácido aspártico (Asp). Las cuales están presentes el agente activo coagulante de las semillas de moringa, formado especialmente de una o varias cadenas polipeptídicas o proteínas solubles en agua permitiendo un mayor contacto con las partículas coloidales que pueden estar presentes en aguas turbias y puede mejorar la función coagulante de las semillas de moringa. (Ndabigengesere, Subba y Brian, 1995)

Las semillas de Moringa como coagulante natural para el tratamiento de aguas. La contaminación del agua es uno de los problemas más graves en todo el mundo, más aún durante la estación de lluvia, pues en ese momento es cuando se remueven los sedimentos fluviales y quedan suspendidos. En ese caso es muy importante realizar el proceso de purificación para así eliminar la mayor cantidad de materia suspendida y luego pasa al proceso de desinfección. Para poder eliminar el material sólido se tiene que utilizar coagulantes, que se le añade al agua sin tratar, comúnmente son productos químicos o polielectrólitos sintéticos (**Folkard & Sutherland, 1996**).

Hace mucho tiempo algunos investigadores han estudiado el potencial que posee la semilla de Moringa Oleífera para el tratamiento de aguas, los hallazgos que muestran los estudios, se dice que la semilla de Moringa triturada, como un coagulante natural, puede llegar a ser una alternativa viable para así poder sustituir a los productos químicos que se utilizan en el tratamiento de aguas **Folkard & Sutherland, (1996)**. El proceso que se realiza para la preparación de la semilla es sencillo. Las vainas se tienen que dejar secar de manera natural en el árbol; en el momento en el que se cosecha se desvainan las semillas y se trituran con facilidad; luego se tamizan utilizando un procedimiento tradicional para así poder elaborar harina de maíz. El polvo que se obtuvo con las semillas bien trituradas se mezcla con el agua, en ese momento es cuando se producen muchas proteínas solubles con una carga negativa neta.

Las muchas dosis de soluciones casi siempre son de 1-3% donde actúa como un poli electrolito catiónico en el tratamiento. **(Sutherland, Folkard, & Grant, 1990)**

CAESALPINIA SPINOSA, Conocido también como “Tara” o “Taya” es una planta de origen del Perú, fue utilizada como medicina folclórica en la época prehispánica y además es producida en varios departamentos de nuestro país: La Libertad, Huancavelica, Apurímac, Huánuco, Ayacucho y Cajamarca; cultivados en terrenos situados entre los 1000 y 2900 m.s.m.m **(Guerrero y López, 2016)**.

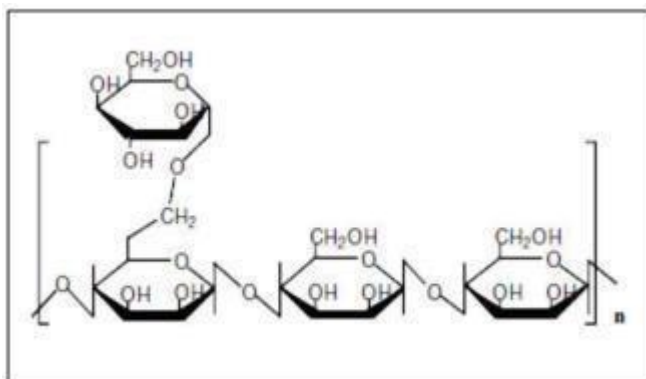
La extensión de este árbol “*Caesalpinia spinosa*” es desde Venezuela, Ecuador, Bolivia, Colombia, Perú y una parte del norte de Chile. De la semilla se obtuvo por lo menos dos subproductos que son: las gomas que tienen una presencia hasta de 34% y los taninos entre un 40 y 60 %. Es una planta con una vida larga, que se puede adaptar a cualquier suelo, así mismo se le considera como un cultivo con potencia para reforestar y producirse en algunas zonas marginales. **(Pavon, 2015)**

**Descripción botánica de la *Caesalpinia spinosa***, Es una planta que mide 2 o 3 metros de altura, cilíndrico, de un fuste pequeño y en algunas ocasiones tortuoso, con ramillas muy pobladas y el tronco es de una corteza gris espinosa. En muchas oportunidades las ramas salen desde la raíz que a veces se piensa que son varios tallos. La tara tiene una copa que es un poco densa, irregular, con ramas ascendentes y aparasoladas.

Las hojas miden aproximadamente 1.5 cm de largo, tienen una forma ovoide, de una pluma y es espinosa de color verde oscuro ligeramente brillante, las flores son racimos que pueden tener un largo de 8 a 15 centímetros y de color amarillo rojizo, los frutos son vainas explanadas de 2 cm de ancho y de 8 cm a 10 cm de largo aproximadamente, cada una puede llegar a tener de 7 a 4 granos de semillas rodeada de 0.7 cm u 0.6 cm de diámetro, pero conforme van madurando toman una tonalidad de color amarillo al color anaranjado-rojizo, y de una textura espinosa.

Las semillas miden un aproximado de 0.8 cm de ancho por 1 cm de largo son algo pequeñas. **(Huarino, 2011)**, Goma de tara, es de origen vegetal es un tipo de hidrocoloide, está hecho de la semilla de tara, el biopolímero formado por monómeros de G y M son biodegradables, se puede consumir ya que no es un peligro para la salud de las personas. Los taninos de la tara es posible que puedan actuar de manera clarificadora ya que posee una elevada cantidad de proteínica, contiene elementos usados como antioxidante y decolorante; su peso molecular es de 0,2 a 2 MDa, está compuesta en su mayoría de polisacáridos organizado en cadenas lineales de galactosa y manosa, en la *Figura 2*. Se puede observar

que la goma de tara tiene una unidad monomérica, en la cual se sustituye una galactosa en cada tres unidades de monosa; Las cadenas de la goma están asociadas a cationes metálicos que pueden ser de potasio, magnesio o calcio. (Pavon, 2015).



*Figura 2: “La goma de tara y su unidad monomérica” (Pavon, 2015)*

Presentando característica de suspensión viscosa en concentraciones bajas o gelificante. El polvo en goma toma una coloración cremas o claras, se puede conservar fácilmente una vez siendo pulverizadas y secadas, es insípida, inodora y se puede conservar a una temperatura ambiente y muy fácil su obtención

Composición química de la tara, Hojas: Contienen gomas, glucósidos, mucilago, taninos en forma de taninos gálicos en un 12.7%) y antraquinonas: aglicona ibres, reina, C-glicosidos, aloe-emodina e iso- emodina, sennosido, flavonoides y esteroides. Vainas: Contienen taninos hidrolizables conocidos como galotaninos, tiene un 40% a 60% según la zona en la que se encuentre. Los hidrolisis de los taninos llevan a una separación del ácido gálico; así mismo se han aislado cuatro galatos y galato de etilo del ácido químico correspondiente a los esteres metílicos de 3,4,5-tri-O-galoilquinico; 4,5- di-O- galiolquinico; a los ácidos 3,4,5-tri-O-galoilquino y 3,4-di-O-galoilquinico.

Semilla: Su endospermo se ha dicrocolide galactomananico o separado la goma en la que los componentes manosa y monomericos galactosa se encuentran en una relación de 41:0. Para poder determinar su peso molecular promedio en 351400 la Viscosidad intrínseca lo permitió, además la goma da lugar a soluciones acuosos con características de fluido pseudoplástico con una viscosidad promedió de 4000 cp. (Huarino, 2011).

**LAS AGUAS RESIDUALES**, Se puede describir a las aguas residuales como el producto final de las actividades que realizan el hombre, según los componentes de estas aguas se puede clasificar entre peligrosos, de ser así deben ser tratados o eliminados, debido a sus compuestos de cantidad mayor de sustancias o microorganismos.

Según **(Espigares y Pérez)**, se puede clasificar las aguas residuales como: Aguas

residuales aguas negras o domésticas, provienen de la limpieza de los hogares, de la cocina, de las heces y orinas de la persona. Contiene excesiva cantidad de microorganismos y materia orgánica, también restos de grasas, detergente, lejía y jabones.

Aguas blancas, es probable que puedan ser de origen atmosférico (hielo, nieve o lluvia); por limpieza y riego en lugares públicos, calles y parques. Son lugares en donde la precipitación atmosférica soy muy abundantes, la cuales pueden ser evacuadas por separación para que no puedan saturar los sistemas de depuración.

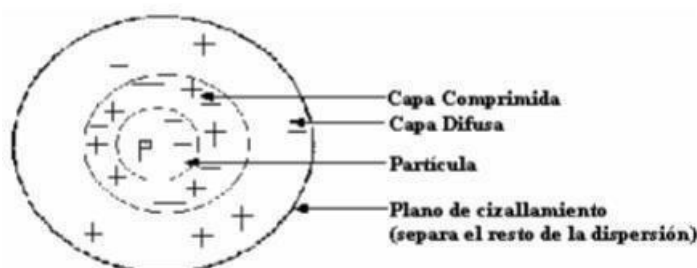
Aguas residuales industriales, estas aguas provienen de los procesos realizados en industrias, que pueden contener antibióticos, ácidos, detergentes, aceites y grasas u otros subproductos y productos de origen químico, minero, animal o vegetal.

Aguas residuales agrícolas, estas aguas que se utilizan para las actividades agrícolas que provienen de zonas rurales; el origen de las aguas urbanas suele participar en muchos lugares en las cuales se utilizan para el riego agrícola sin o con un adecuado tratamiento.

LOS COLOIDES, **Gómez, (2005)** El agua tiene tres tipos de impureza: biología, física y química. En lo físico se determina que los sólidos totales, las cuales son impurezas del H<sub>2</sub>O se pueden clasificar como partículas en suspensión o no filtrables, disueltos o filtrables y los coloides son una tercera posibilidad, en el caso intermedio que corresponde por lo general los coloides no cuentan con un límite fijo de tamaño y se estudian bajo una perspectiva fisicoquímico desde sus propiedades.

Los coloides son las sustancias responsables del color y de la turbiedad del agua y también forman sustancias estables, por lo que su sedimentación natural es imposible.

El sistema de coloides presenta en su superficie un contacto inmenso entre la fase líquida y sólida; normalmente tienen una carga negativa la cual está sobre su superficie. Tienen unas cargas llamadas cargas primarias, captan del agua los iones positivos, por lo que se pegan a las partículas fuertemente y llaman a su alrededor los iones negativos trayendo consigo un poco cantidad de iones positivos.



*Figura 3. “Una partícula de doble capa” (Gómez, 2005)*

Los iones que se unen firmemente a la partícula y se traslada con ella, y así forman la capa comprimida o adherida, por lo tanto, los iones que se unen frágilmente forman la capa difusa, por lo tanto, hay potencial electrostático o gradiente entre la solución y la superficie de la partícula, llamado potencial Zeta.

Propiedades de los coloides. Según las definiciones de **Gómez, (2005)** afirma que: Los coloides pueden estudiarse bajo una serie de propiedad. Las principales se presentan a contaminación: Propiedades cinéticas: Movimiento Browniano: Movimiento irregular y constante de los coloides. Difusión: Responde a ley de Fick. Dispersión por alta energía cinética.

Presión Osmótica: Presión hidrostática que iguala a dos medios (sistema coloidal y agua). Cuando el agua pasa iguala las concentraciones en ambas medidas separados por una membrana semipermeable.

Propiedades ópticas: Opalescencia: Generalmente las soluciones coloidales son indicadores, en algunas ocasiones existen la posibilidad que sea real coloreados. Esto va depender a la adsorción selectiva bajo cierta longitud de onda y la diseminación de la luz.

Dispersión de la luz: Es proporcional al tamaño de las partículas. Propiedades de Superficie: En la superficie especifica que por lo general los coloides son muy altas y que sus partículas son muy pequeñas. Por lo cual accede a una capacidad de absorción de sustancias muy alta.

Propiedades electrocinéticas, Generalmente se dice que los coloides tienen cargas eléctricas por lo cual pueden dañar o afectar los campos eléctricos. Se puede explicar que estas cargas son por la presencia de imperfecciones en la superficie de la estructura reticular. Existe la posibilidad que pueda existir la ionización y por consecuencia los coloides pueden ionizar la superficie. (En sufrir la ionización son los grupos funcionales: -OH, -OPO<sub>3</sub>H<sub>2</sub>, -COOH y -SH) y por último en los iones puede haber una absorción preferencial en la superficie de los coloides o puedo haber ligado de coordinación. La carga positiva prevalece cuando el pH es bajo. Prevalece la negativa cuando el pH es alto y con el pH intermedio puede que haya un valor cero.

COAGULACION- FLOCULACION, **Coagulación:** Es la perturbación de un coloide cuando hace la neutralidad de su carga eléctrica y la adición de las partículas en suspensión finas. Por consiguiente, esto se lleva a realizar por medio de compuestos químicos por son muy aparte al agua residual para que puedan propiciar la formación de flòculos. En lo que es la coagulación se realizaron reacciones químicas que llegan a desestabilizar las



partículas en suspensión, ayuda a la unión para así se pueda formar flòculos y por medio de una controlada agitación mecánica, se permite el fácil encuentro de las partículas, y así acelera el proceso de floculación. **(Carpinteyro, 2011)**

La coagulación es la ruptura de las partículas coloidales electrostáticamente cargadas mediante la adición de un compuesto químico que se le denomina coagulante. Estos pueden ser  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  y  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ . En la coagulación también se puede ayudar con algunos polímeros orgánicos sintético de elevada viscosidad nombrados poli electrólitos. Para este proceso se realiza una rápida mezcla para que así puede generar turbulencia puede ser por medio hidráulico o mecánico para dispersar uniforme y rápidamente en el agua el coagulante.

**Floculación:** Se da por medio de una sustancia química (poli electrólitos, polímeros) por lo tanto es mayor el contacto entre las finas partículas en la coagulación para así formar flòculos, por lo tanto, su sedimentación es mucho más fácil. La floculación es favorecida por la lenta agitación del agua residual, que se realiza por unas paletas a una velocidad baja. Cuando la agitación es muy rápida los flòculos se rompen, y es por eso que se debe controlar la velocidad en un rango moderado en el cual se pueda formar grandes flòculos para que se pueda sedimentar. En la floculación se utilizan los polis electrólitos, lo cual puede ser en origen sintético o natural. Su función mayormente depende de la carga de las partículas a flocular, del pH, densidad y tamaño del polímero en solución **(Carpinteyro, 2011)**

En la floculación y coagulación los químicos que se una son orgánicos e inorgánicos. Los que primero se utilizaron son las sales metálicas trivalentes como el cloruro de hierro III, Aluminio III, sulfato de hierro III y sulfato de aluminio III y de los químicos orgánicos se utiliza polímeros catiónicos, no iónicos o aniónicos, los cuales la densidad de carga puede variar de alta a baja eso va depender del lugar donde este posicionado el copo limero. El polímero que se utiliza más es la poliacrilamida. En el tratamiento de aguas residuales se utilizó la coagulación y floculación con cloruro férrico y otros polímeros sintéticos. También se utilizó polímeros naturales las cuales tienen propiedades de coagulación-floculación. **(Carpinteyro, 2011).**

Parámetros del tratamiento de aguas residuales Temperatura, es fundamental para los parámetros del agua, por lo general influye mucho en la aceleración o retardo de la acción biológica, la precipitación de compuestos, la absorción de oxígeno, la desinfección, la formación de depósitos y los procesos de mezcla sedimentación, filtración y floculación. Los diferentes factores principalmente ambientales, en algunos casos hacen que la temperatura

del agua varia continuamente (**Aguilar, 2010**).

Turbidez, es provocada por las partículas en suspensión o coloides. Son causadas por las partículas de los sistemas coloidales que forman, es decir que por su tamaño disminuyen la claridad del agua en mayor y mejor grado. La remoción de la turbidez es proceso muy sencillo, para poder clarificar el agua de una planta, pero si es uno de lo más costosos de producción, porque requiere acondicionadores de pH, usar coagulantes y ayudantes de coagulantes, entre otros. Para poder medir la turbidez se utiliza un nefelómetro o turbidímetro. Las unidades que se utiliza generalmente son “unidades nefelométrías de turbiedad (UNT) (Aguilar, 2010). pH, el pH, aunque no tiene un efecto directo en la salud humana, si puede influir mucho en los tratamientos de aguas, como la desinfección y coagulación. También puede influir en algunos fenómenos que ocurren en el H<sub>2</sub>O, como en las incrustaciones en las rede de distribución y la corrosión. Generalmente en las aguas que no tienen contaminación el rango del pH es de 5 a 9. En ciertos casos a veces se tiene que regular el pH y para poder regularizar se utiliza cal y así poder mejorar los procesos de coagulación, la cual se tiene que llegar a un rango donde no confiera efectos de incrustantes ni corrosivos. Las aguas tratadas o crudas deben tener un rango de 5-9 para que se pueda controlar el efecto en el comportamiento de otras constituyentes del agua (**Aguilar, 2010**).

Sedimentación, es una operación unitaria donde se eliminan las materias suspendidas de una etapa líquida por decantación utilizando la mayor densidad con respecto al líquido, quiere decir que es por las fuerzas gravitatorias. El sistema de tratamientos más común es de aguas residuales y aguas dulces, las cuales se producen en tanques de sedimentación que pueden ser circulares, lamelares o rectangulares.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>), determina el oxígeno de las aguas contaminadas, aguas residuales y efluentes tratados, para la degradación bioquímica de la materia orgánica; el oxígeno se utiliza para oxidar materia orgánica como el ión ferroso y los sulfatos. Cabe señalar que en las pruebas de DBO se mide el oxígeno utilizado para poder oxidar las formas reducidas de nitrógeno, aunque se puede evitar con el uso de un inhibidor químico. Esta oxidación, se considera una interferencia de la DBO porque la determinación del requerimiento de nitrógeno no es de utilidad para evaluar las necesidades de oxígeno asociado con la materia orgánica; aunque en la actualidad con las nuevas regulaciones sobre descarga se podría reconsiderar su utilidad. En esta prueba mide el oxígeno que se utilizó durante el período de incubación específico. Para determinar el DBO existen demasiadas variaciones (**Del Ángel, 1994**).

Según las definiciones de Navarro, **(2007)**:  $OD_i$  = O disuelto inicial  $OD$  = O disuelto,  $OD_r$  = O disuelto residual,  $DBO_5$  = Demanda Bioquímica de Oxígeno  $V$  = volumen, Semilla o Cepa = Cultivo heterogéneo de microorganismos aeróbicos que transforman la materia orgánica en  $CO_2$  y  $H_2O$ .

Demanda química de oxígeno (DQO), es un tipo de parámetro de polución la cual se encarga de medir al material orgánico que contiene una muestra en líquido mediante una oxidación química. Para poder determinar el DQO es la medida de la cantidad de oxígeno absorbido por una parte de la materia orgánica presente en la muestra y oxidable por agente químico oxidante fuerte. Es la representación tota del contenido orgánico la muestra oxidable por dicromato en solución ácida. Cuando se realiza el ensayo, tiene ciertas ventajas que son mucho más rápidas que el de  $DBO_5$  y no está sujeto a tantas variables como se puede presentar a un ensayo biológico. En su totalidad de los compuestos orgánicos, con algunas excepciones puede ser oxidada a  $CO_2$  y  $H_2O$  mediante la actuación de agentes oxidantes fuertes en condiciones ácidas. Cuando la relación entre  $DBO_5/DQO$  es  $> 0,6$ , implica que el material contaminante es de tipo orgánico **(Argondón & Macías, 2013)**

Según las definiciones de **(Rodríguez, 2007)**  $mg\ O_2/L$  = miligramos de Oxígeno por litro  $DQO$  = Demanda Química de Oxígeno  $s$  = Desviación estándar  $LDM$  = Límite de Detección del Método  $CV$  = Coeficiente de Variación  $N$  = Normalidad,  $FAS$  = Sulfato Ferroso Amoniacal

### III. MÉTODO

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

El método a utilizar en este proyecto de investigación es Experimental – Comparativo, donde la investigación manipula una variable y controla el resto de las variables y compara dichas variables de tal manera que se manipulan en simultáneo, con el propósito de estudiar el efecto independiente que cada variable para establecer sus similitudes y diferencias

**Diseño:** Experimental

**Tipo:** Cuasi- experimental

#### 3.2. Variables y operacionalización

- **Variables Dependiente:** Calidad de agua residual
- **Variable Independiente:** Dosis de las semillas de moringa (*Moringa oleífera*) y goma de tara (*Caesalpinia spinosa*)

Tabla 1. *Cuadro de operacionalización*

Variable(s)	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Índice
<b>VI:</b>  Dosis de las semillas de moringa ( <i>Moringa oleífera</i> ) y goma de tara ( <i>Caesalpinia spinosa</i> )	<p>“Las semillas de Moringa actúan como floculante que capturan las partículas en suspensión en el agua y provocan que se agreguen entre si y se precipite al fondo.” (Reyes, 2004)</p> <p>“La goma de tara es usado como floculante en el proceso de separación de sólidos, acelera la sedimentación de lodos suspendidos y facilita su remoción.” (GOMA DE TARA PERU, 2010)</p>	<p>Se añadirá a cada muestra diferentes cantidades de dosis de coagulante, en la prueba de jarra que consta 6 muestras de 700 ml de agua residual del dren 2000 y se dejará sedimentar para ver los resultados de que cantidad de coagulante ayudará más en la remoción de las aguas residuales del dren 2000.</p>	<p>Semillas de moringa (<i>Moringa oleífera</i>)</p> <p>Goma de tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>)</p>	<p>Concentración del coagulante</p>	<p>mg/L</p>
<b>VD:</b> Calidad de agua residual	<p>La Calidad del agua se define determinando la comparación de las características, físicas químicas y biológicas de una muestra de agua. Los estándares que se utilizan más; son para poder evaluar la calidad del agua se relacionan con la salud de los ecosistemas, seguridad de contacto humano y agua potable.</p>	<p>Se utilizará el equipo de test de jaras, turbidímetro, termómetro, nefelómetro portátil para hacer análisis físicos químicos.</p> <p>Se determinar midiendo los siguientes parámetros</p>	Físico	Turbidez	NTU
				Conductividad	mS/L
				Sólidos suspendidos totales (SST)	
				pH	mg/L
			Químico	Demanda de Oxígeno	
				Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L
				Demanda química de Oxígeno	Mg/L

Fuente. Elaboración propia

### 3.3. Población y muestra

#### 3.3.1. Población:

En este trabajo de investigación se consideró como muestra las aguas residuales del dren 2000, que recorren por el sur de Lambayeque y por el norte del Distrito de San José y desemboca en el mar (océano pacífico).

#### 3.3.2. Muestra

La muestra se realizará al azar de la totalidad de la población, estas serán mezcladas para obtener homogeneidad la cual se usará para análisis y experimentación con el método de coagulación-floculación. Se tomarán 800 ml de agua residual para cada prueba que será realizada con el test de jarras, el método de elección de dichas muestras se realizará de forma aleatoria.

#### 3.3.3. Muestreo

Muestreo no probabilístico, no aleatorio por conveniencia – simétrico

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

#### 3.4.1. Técnicas de recolección de datos

El presente trabajo de investigación se realizará de la siguiente manera

Tabla 2. *Técnicas de Campo*

<b>TÉCNICA</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>OBSERVACIÓN</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Identificar los puntos de muestreo y registro de coordenadas.</li><li>▪ Escoger los puntos por conveniencia que sea accesibles para la recolección de muestra.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Cámara fotográfica</li><li>▪ Cuadernos de apuntes</li></ul>

Fuente. Elaboración propia

Tabla 3. *Técnica de muestreo*

<b>TÉCNICA</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
<b>MUESTREO DE AGUA DEL DREN 2000 – SAN JOSE</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ La recolección de muestra del Dren 2000 se realizará por conveniencia, para los análisis fisicoquímicos.</li><li>▪ Se almacenarán en depósitos esterilizados.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Botellas o frascos esterilizados.</li><li>▪ Guardapolvos, mascarillas, guantes y zapatos cerrados.</li></ul>

Fuente. Elaboración propia

Para la recolección de muestras se realizará de forma manual, en total se tomarán 5 litros de agua residual del dren 2000, en botellas desinfectadas y luego se analizarán dichas aguas con los parámetros adecuados.

### **3.4.2. Técnica de análisis físico y químico para el agua**

#### **3.4.2.1.Determinación del pH**

El pH es una medición química que puede definir con medidas el grado de acidez, neutra o alcalina, calcula la cifra de iones de H presentes de una solución en una escala que varía entre 0 a 14. Cuando el pH disminuye, la acidez aumenta, cuando una solución tiene el pH menor de 7 se dice que es ácida y cuando es mayor a 7 se determina como básica, un pH 7 es una solución se considerara neutra.

#### **Método ELECTROMETRÍA**

El método es comparar la dispersa luz de la muestra bajo situaciones definidas con la intensidad de la luz que se dispersa por la luz, la misma situación bajo entre más cantidad de luz se dispersa más elevada será la turbiedad, ya que el grado de transparencia que pierde el agua es a causa de la presencia de partículas que se encuentran en suspensión, este método es aplicable para todo tipo de aguas.

#### **3.4.2.2.Determinación de turbiedad**

Turbidez, son por la materia suspendida en el agua como la limo, arcilla o materia inorgánica u orgánica fraccionadas refinadamente, plancton, etc. En las partículas el diámetro es muy variado de 0,1 a 1.000 nm (Nanómetro). Para poder determinar la calidad del agua y poder ver la eficacia de la filtración porque así podemos determinar si hay microorganismos que producen enfermedades. En el agua las partículas suspendidas pueden llegar a absorber la luz, la cual logra que el H<sub>2</sub>O se vea nublado. Eso se llama turbidez. Existen diferentes métodos para determinar la turbiedad

#### **Método NEFELOMÈTRICO**

Es uno de los métodos que está basado en comparar la luz que se dispersa por la situación bajas muestra definiendo la intensidad de la luz dispersa, siendo así la situación la misma, cuanto sea mayor la intensidad de la luz se dispara más alta será la turbidez, ya que su grado de transparencia que se pierde en H<sub>2</sub>O es por la presencia de partículas que se están en suspensión, se puede aplicar este método para todo tipo de aguas

### **3.4.2.3.Determinación de la conductividad eléctrica**

Es la manera de determinar en números la cantidad de un flujo que transporta corriente eléctrica. Este es únicamente dependiendo a la capacidad de representación de la concentración total y de iones. El agua limpia posee poca conductividad, entonces cuando el agua se analiza la conductividad da unos resultados de los sólidos disueltos en dicha agua.

De la C E, revela la existencia de sales en el H<sub>2</sub>O, y hace desarrollar su capacidad de transferir una corriente eléctrica, característica que se usa en medidas de campo o de laboratorio, que se expresa en Micro Siemens/l ( $\mu\text{S/l}$ ).

Con la conductividad se logra obtener la multiplica por un factor entre 0.55 y 0.75 y de los sólidos disueltos.

### **Método Electrométrico**

Es un método que nos dice para poder determinar la conductividad eléctrica la medida física realizada en el laboratorio es la resistencia en megohmios y ohmios; ya que la conductividad es el inverso de la resistencia específica y es expresada en micromho por centímetro 22 ( $\mu\text{mho/cm}$ ), equivalentes a micro siemens por centímetro ( $\mu\text{S/cm}$ ) o mili siemens por centímetro ( $\text{mS/cm}$ ) en el Sistema Internacional de Unidades, el intervalo de aplicación del método es de 10 a 10.000 o hasta 50.000  $\mu\text{mho/cm}$  las conductividades fuera de estos valores son muy complicados de medir con las celdas convencionales y los componentes electrónicos. Además, se determina para tener conocimiento de la capacidad que tiene el agua para poder conducir la corriente eléctrica ya que todo esto se basa en la concentración, la medición de la temperatura y los iones. Este método es aplicable a aguas residuales domésticas, potables, superficiales, salinas e industriales y lluvia ácida.

### **3.4.2.4.Determinación para DBO**

La MO no sólo son carbohidratos, la forma más fácil de estudiar la utilización del O en la degradación de Materia Orgánica en general, es evaluar las características de la (DBO<sub>5</sub>). La DBO<sub>5</sub> expresa la Materia Orgánica en conocimientos universales, la cual no indica su estructura, es decir es muy diversa. Su origen resulta de los organismos, y su producto es resultado de la degradación o del metabolismo, se dice que su composición es de proteínas, carbohidratos y lípidos y/o el producto de la degradación como: aminoácidos, monosacáridos, hidrocarburos, ácidos grasos, alcoholes, etc. También compuestos de los vegetales como pigmentos.

DBO: Parámetro que mide la contaminación orgánica. Por lo tanto, el resultado es de 3 tipos de degradación de materiales que son: materia N oxidable (nitrosomas y nictrobacter),



materiales orgánicos carbónicos (microorganismos aerobios) y, compuestos químicos reductores (se oxidan con el OD)

### **Método por INCUBACIÓN Y ELECTROMETRIA**

Es uno de los métodos únicamente usados en el registro potencio métrico de los iones hidrógeno en las actividades por el uso de un electrodo combinado y un electrodo de vidrio, o un electrodo de referencia, además de tener un compensador de temperatura, es un método que se puede aplicar para H<sub>2</sub>O potables, residuales, salinas, superficiales y lluvia ácida.

#### **3.4.2.5.Determinación para DQO**

Expresa el total de O equivalente que se necesita para oxidar los elementos presentes en el agua residual, a través de un agente químico potentemente oxidante, como el Permanganato Potásico (KMnO<sub>4</sub>), que se utiliza en agua limpia y el dicromato potásico (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), que se utiliza en agua residual, ya que al utilizar el PERMANGANATO POTÁSICO en agua residual causa errores por defecto significativos. La Demanda Química Oxígeno, va a medir la Materia Orgánica biodegradable por los microorganismos, así como la MO no biodegradable y la materia inorgánica, oxidable por ese agente químico.

### **Método para determinar la DQO**

Es con dicromato potásico en exceso en medio ácido, con la ayuda de catalizadores y la aparición de sulfato de plata (Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) que procede como agente catalizador, y de sulfato mercuríco (HgSO<sub>4</sub>) adicionado para mezclar la interferencia de los cloruros. El dicromato oxida la materia orgánica y la inorgánica presente en la muestra, reduciéndose de Cr<sup>+6</sup> a Cr<sup>+3</sup>. El ensayo se realiza a 150 °C, a reflujo total por dos horas. Después de la digestión, la abundancia de dicromato potásico se calcula con Sal de Mohr, utilizando como indicador la ferroína, teniendo una reacción con la disolución de color verde a rojo.

El H<sub>2</sub>O y su oxigenación es explícitamente a la solubilización del minoritariamente a su generación en la fotosíntesis y O atmosférico, se produce en las algas. Por lo tanto, el O así desarrollado en el día, se agota en fracción durante la noche, cuando las algas consumen O para su metabolismo después del deceso de las algas la degradación de esta biomasa de igual forma consume O.

La DBO<sub>5</sub> se puede saber el resultado a los 5 días de incubación. Algunos científicos dicen que es mejor a los 7 de incubación.

### **Método usando DICROMATO:**

Es un método en definidas condiciones, en el agua ciertas materias contenidas con un exceso de dicromato potásico se oxidan, en ácido medio y en presencia de sulfato de mercurio

y de sulfato de plata. . El exceso de dicromato potásico se valora con sulfato de amonio y hierro. Se van a utilizar reactivos como el  $\text{Hg}_2\text{SO}_4$  (sulfato de mercurio), para evitar interferencias de los haluros,  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (Dicromato potásico), una solución de sulfato de amonio y hierro, entre otros.

### **3.4.3. Instrumentos materiales y equipos de recolección de datos**

#### **Materiales de Campo**

- Cofia
- Mascarilla quirúrgica
- Libreta de campo
- Guantes quirúrgicos
- Botellas de muestra
- Cámara fotográfica
- Guardapolvo

#### **Materiales de laboratorio**

- Guardapolvo
- Cofia
- Guantes quirúrgicos
- Mascarilla quirúrgica
- Vasos de precipitación
- Botella winkler
- Agua destilada
- Plumón indeleble
- Pipetas
- Piseta
- Vasos precipitados

- Agua destilada estéril
- Agitador
- Matraz de Erlenmeyer
- Bureta electrónica para titulación

### **Equipos de laboratorio**

- Pruebas de jarras
- Turbidímetro
- Conductímetro
- Termómetro
- Balanza analítica
- Multiparámetros
- Espectrofotómetro
- Equipo de DQO

### **Reactivos**

- Sulfato de aluminio  $Al_2(SO_4)_3$

### **Coagulantes**

- Caesalpinia Spinosa (Tara)
- Moringa Oleífera (Moringa)

#### **3.4.4. Validez**

La validación de los análisis de esta investigación es a través de los resultados del laboratorio de la Universidad César Vallejo, ya que dichos análisis (pH, olor, color, turbidez, conductividad, sólido suspendidos totales, DBO y DQO5) se realizarán con ayuda de la especialista en análisis de agua que permitirá evaluar cómo se encuentra la calidad de agua del dren 2000 y poder hallar las dosis óptimas de los coagulantes.

### **Metodología y Métodos para análisis de Datos**

El análisis de datos que se utilizará es el Excel ya que este programa sirve para comparar dos o más grupos con respecto a diversas variables.

### **Metodología para la toma de muestra**

Esta investigación se llevó a cabo en el dren 2000 que pasa por el sur de Lambayeque, por el norte del distrito de San José; para el muestreo se hizo 500 metros de distancia antes del desemboque en el mar.

### **Método para la dosis óptima de los Coagulantes**

La técnica de jarras es una técnica donde se simula las etapas de coagulación y floculación que se realiza a escala de laboratorio para lograr agua de mejor calidad, promoviendo la eliminación de partículas coloidales suspendidas y MO.

Este proceso permite establecer las condiciones de operaciones óptimas para depurar aguas, permitiendo hacer ajustes de pH, modificar la dosis de coagulación – floculación y alternando velocidades de agitación.

### **Método de Elaboración de la Goma de Tara**

Para la elaboración de la goma de tara se realizó de la siguiente manera:

1. Se pesó las cantidades de 0.70g, 0,90g, 1.1g.
2. Se colocó en el vaso precipitado, luego se añade agua destilada 77 ml, 100 ml, 122ml
3. Con el agitador se comenzó a mezclar, hasta que se haya disuelto y quede una solución gelatinosa
4. Luego se coloca a las jarras que contienen el agua residual del dren

### **Método de Elaboración de la Moringa Oleífera**

Para poder obtener el coagulante natural, se empleó como materia prima la semilla de Moringa Oleífera. Las semillas fueron peladas, molidas manualmente después se procedió a tamizar hasta obtener partículas finas con un diámetro inferior a 0.5 mm. Luego se extraerá el aceite de la harina de moringa con el Soxhlet.

#### **EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE LA HARINA DE LA MORINGA.**

1. Se realizaron dos cartuchos conteniendo la harina de moringa.
2. Se colocó el alcohol etílico en el balón a una temperatura de 100 °c
3. La ebullición del alcohol etílico que se evapora hasta un condensador a reflujo. El condensado cae sobre un recipiente que contiene un cartucho poroso con la muestra en su interior.
4. El alcohol etílico cubre el cartucho hasta el punto en que se produce el reflujo que

vuelve el alcohol etílico con el material (aceite) extraído al balón.

5. Se vuelve a repetir este proceso las veces que sean necesarias para que la muestra quede agotada. Lo extraído(aceite) se va a concentrar en el balón del disolvente

### **3.5.Métodos para análisis de datos**

#### **3.5.1. Análisis estadístico**

**Análisis descriptivo:** Porque solo pretende describir las características de las variables en estudio (Calidad de agua y dosis óptima) como se presenta en la realidad problemática para determinar sus comportamientos. Se procedió en tabular los datos en tablas.

#### **3.5.2. Aspectos Éticos**

Los resultados de esta investigación serán verídicos, el muestreo se realizará con honestidad y responsabilidad, resaltando que en todo momento la información será fidedigna, la utilización de coagulante natural será ex situ siendo analizada las características de calidad de agua.

Ya que aspectos que en todo momento respaldarán el carácter de investigación científica de la presente tesis.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Análisis del agua

Los resultados de los análisis fisicoquímicos del agua se realizaron con diferentes dosis, las cuales fueron realizadas en el laboratorio de Biotecnología y Microbiología de la Universidad Cesar Vallejo.

#### AGUA RESIDUAL – PRUEBA CONTROL

**Tabla 4:** *Análisis fisicoquímicos del Agua Residual del Dren 2000*

<i>Parámetros de control</i>	<i>Resultados</i>	<i>Unidades</i>
<i>pH</i>	7.22	
<i>Turbidez</i>	60	NTU
<i>Conductividad Eléctrica</i>	1.791	mS/cm
<i>Oxígeno disuelto</i>	6.77	ppm
<i>Sólidos Suspendidos totales</i>	895	ppm
<i>DBO</i>	682	mg/L
<i>DQO</i>	9269	Mg/L

*Fuente elaboración propia*

**Interpretación:** Como se puede observar en la *Tabla 4* los resultados de que se realizaron a la prueba de control, son valores iniciales de las aguas residuales del Dren 2000 – San José

### 4.2. Aplicación de Goma de tara (*Caesalpinia Spinosa*), Moringa (*Moringa Oleífera*) y Sulfato de aluminio

**Tabla 5:** *velocidades de la prueba de jarra*

	Mezcla rápida	
Velocidad		300 rpm
Tiempo		5 min
	Mezcla lenta	
Velocidad		45 rpm
Tiempo		20 min
	Sedimentación	
Tiempo		1 horas

*Fuente: Elaboración propia ( Sulfato de aluminio es de 0.30 ml.)*

## MORINGA OLEIFERA EN POLVO

**Tabla 6 : Dosis n° 1 - 0,75 g/ml de Moringa en polvo en aguas residuales del Dren 2000.**

<i>Parámetros de control</i>	<b>Resultados</b>	<b>Unidades</b>
<i>pH</i>	4.41	
<i>Turbidez</i>	9.6	NTU
<i>Conductividad Eléctrica</i>	1.170	mS/cm
<i>Oxígeno disuelto</i>	6.45	ppm
<i>Solidos Suspendidos totales</i>	585	ppm
<i>DBO</i>	437	mg/L
<i>DQO</i>	1694	mg/L

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 7: Dosis n° 2 - 1 g/ml de Moringa en polvo y Sulfato de aluminio en aguas residuales del Dren 2000.**

<i>Parámetros de control</i>	<b>Resultados</b>	<b>Unidades</b>
<i>Ph</i>	4.43	
<i>Turbidez</i>	13	NTU
<i>Conductividad Eléctrica</i>	1.596	mS/cm
<i>Oxígeno Disuelto</i>	6.53	ppm
<i>Solidos Suspendidos Totales</i>	703	ppm
<i>DBO</i>	506	mg/L
<i>DQO</i>	5528	mg/L

*Fuente: Elaboración Propia*

**Tabla 8: Dosis n° 3 - 1.25 g/ml de Moringa en polvo y Sulfato de aluminio en aguas residuales del Dren 200.**

<i>Parámetros de control</i>	<b>Resultados</b>	<b>Unidades</b>
<i>pH</i>	4.43	
<i>Turbidez</i>	13	NTU
<i>Conductividad Eléctrica</i>	1.607	mS/cm
<i>Oxígeno disuelto</i>	6.64	ppm
<i>Solidos Suspendidos totales</i>	803	ppm
<i>DBO</i>	603	mg/L
<i>DQO</i>	8883	mg/L

*Fuente: Elaboración propia*

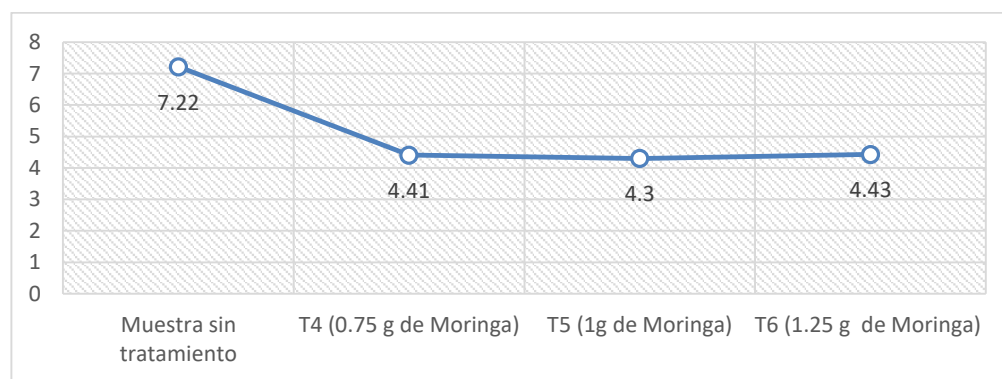
**Tabla 9: Dosis optima de Moringa en polvo y Sulfato de aluminio en Agua Residual del Dren 4000**

Dosis	pH	Turbidez	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	SST	DBO	DQO
Control	7.22	60	1.791	6.77	895	682	9269
0.75g	4.41	9.6	1.170	6.45	585	437	1694
1 g	4.30	13	1.596	6.53	703	506	5528
1.25 g	4.43	13	1.607	6.64	803	603	8883

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Como se puede observar en la **Tabla 9** aplicando la moringa en polvo y el sulfato de aluminio el menor en pH fue 4.41, la turbidez fue uno de los parámetros en donde se vio mayor efectividad disminuyendo al 9.6 NTU, la conductividad disminuyo notablemente a 1694 mS/cm con respecto a la prueba control, el oxígeno disminuyó a 6.45 ppm, en los sólidos suspendidos totales se nota una disminución de 585 ppm, la DBO disminuyo constantemente a 437mg/L y La DQO es uno de los parámetros donde se ve la diferencia de la dimisión a 1694 mg/L con respecto a la prueba control, llegando a la conclusión que la dosis optima usando la Moringa en polvo como coagulante es de 0.75g por 700ml.

**Figura 1. pH (Moringa Oleífera)**

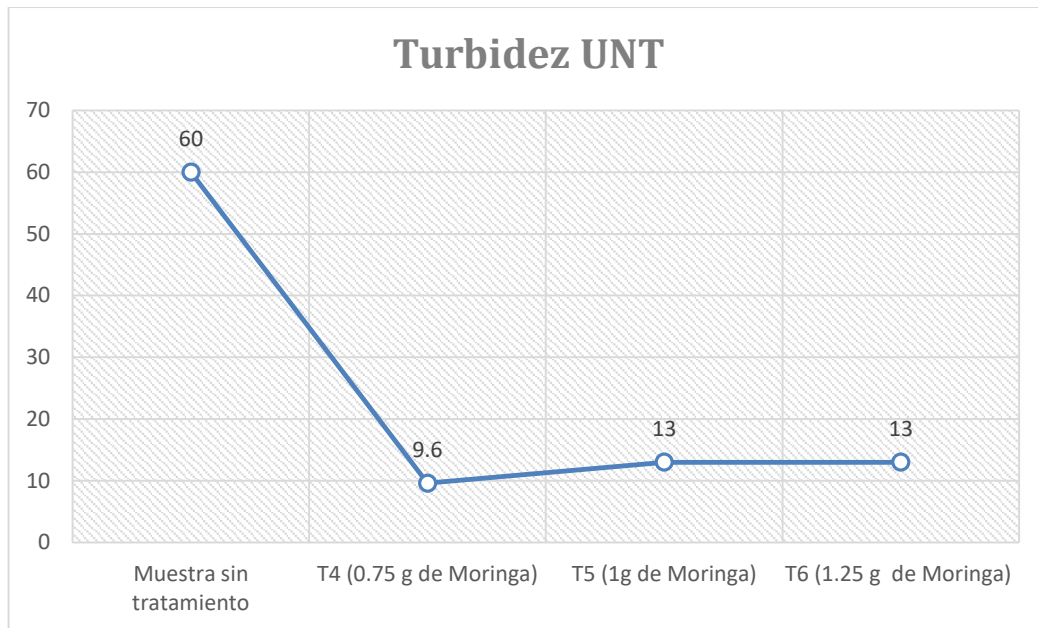


*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En la Figura 1 acerca del potencial Hidrogeno (pH) observamos que el resultado de la prueba control es de 7.22 utilizando la semilla de la moringa en polvo y sulfato de aluminio, se utilizaron tres dosis diferentes las cuales son T4, T5, T6. Logramos observar que se vuelve que se vuelve acida.



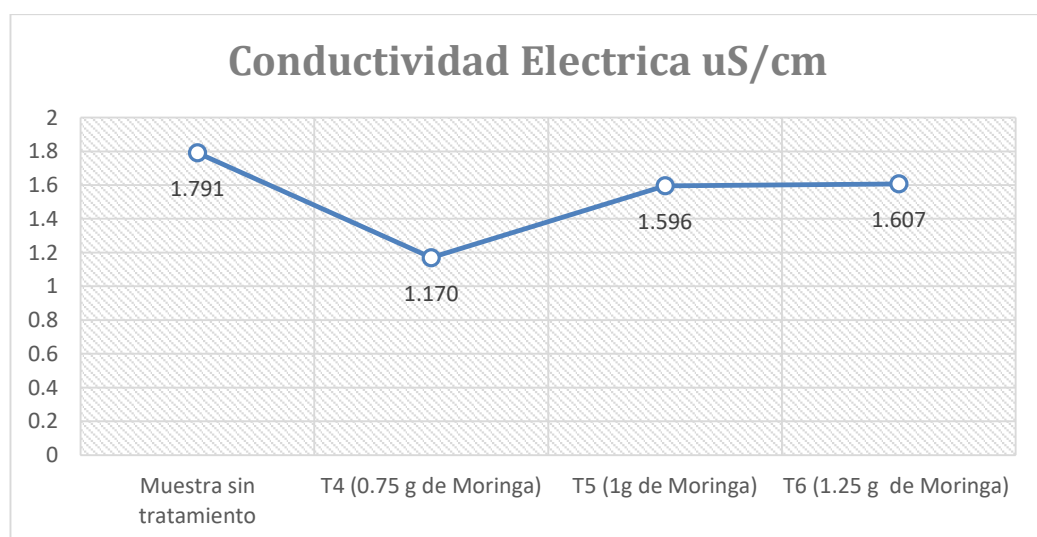
**Figura 2. Turbidez (*Moringa Oleífera*)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el **Gráfico 2** acerca del Turbidez observamos que el resultado de la prueba control es de 60 UNT utilizando la semilla de la moringa en polvo y el sulfato de aluminio, se utilizaron tres dosis diferentes las cuales son T4, T5, T6. Logramos observar que las tres dosis se logró disminuir la turbidez. Sin embargo, la dosis T4 (0.75g de moringa) tiene la mayor eficiencia reduciendo a 9.6 UNT.

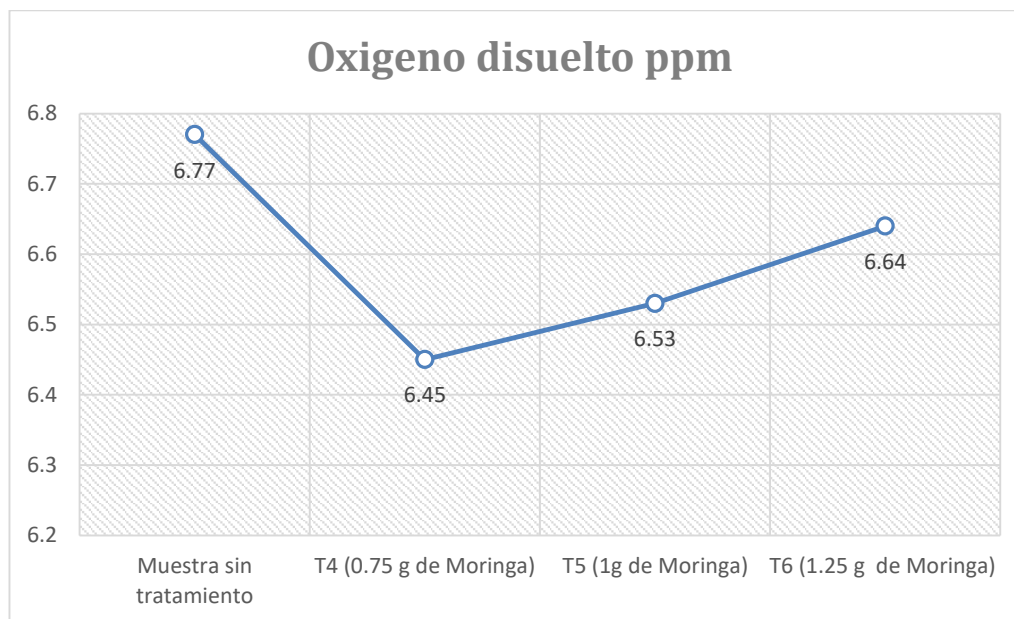
**Figura 3. Conductividad Eléctrica (*Moringa Oleífera*)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el **Gráfico 3** acerca de la Conductividad Eléctrica, Observamos que el resultado de la prueba control es de 1.791 uS/cm. utilizando la semilla de la moringa en polvo y el sulfato de aluminio, se utilizaron tres dosis diferentes las cuales son T4, T5, T6. Logramos observar que las tres dosis se so logro disminuir la conductividad eléctrica. Sin embargo, la dosis T4 (0.75g de moringa) tiene la mayor eficiencia.

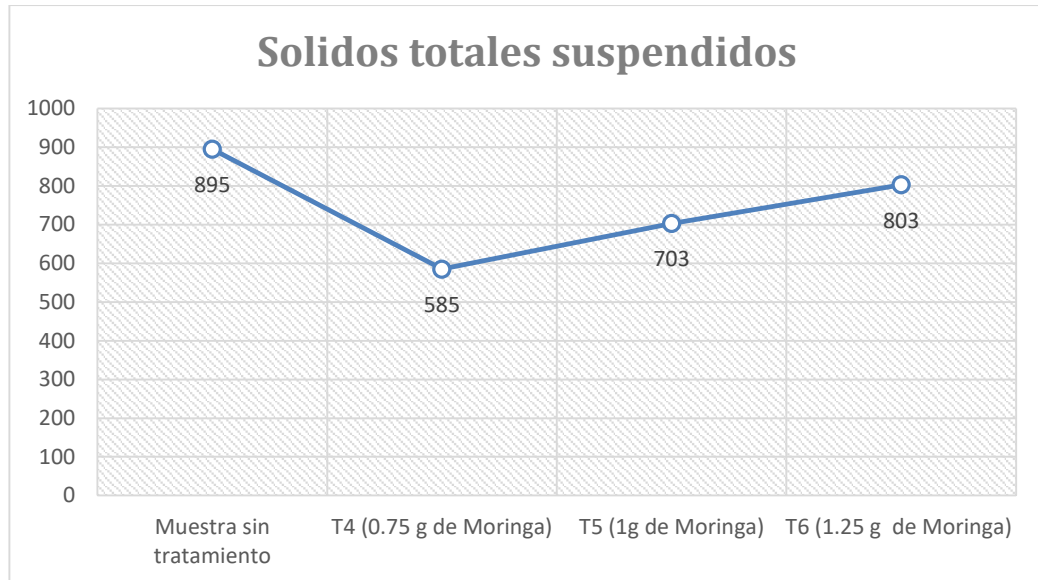
**Figura 4. Oxígeno disuelto (Moringa Oleífera)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el Gráfico 4 acerca del Oxígeno disuelto, observamos que el resultado de la prueba control es de 6.77 ppm. utilizando la semilla de la moringa en polvo y el sulfato de aluminio, se utilizaron tres dosis diferentes las cuales son T4, T5, T6. Logramos observar que las tres dosis disminuyendo el oxígeno del agua, la cual debería aumentar en vez de disminuir. Sin embargo, la dosis T6 (1.25g de moringa) es la que disminuye menos la OD.

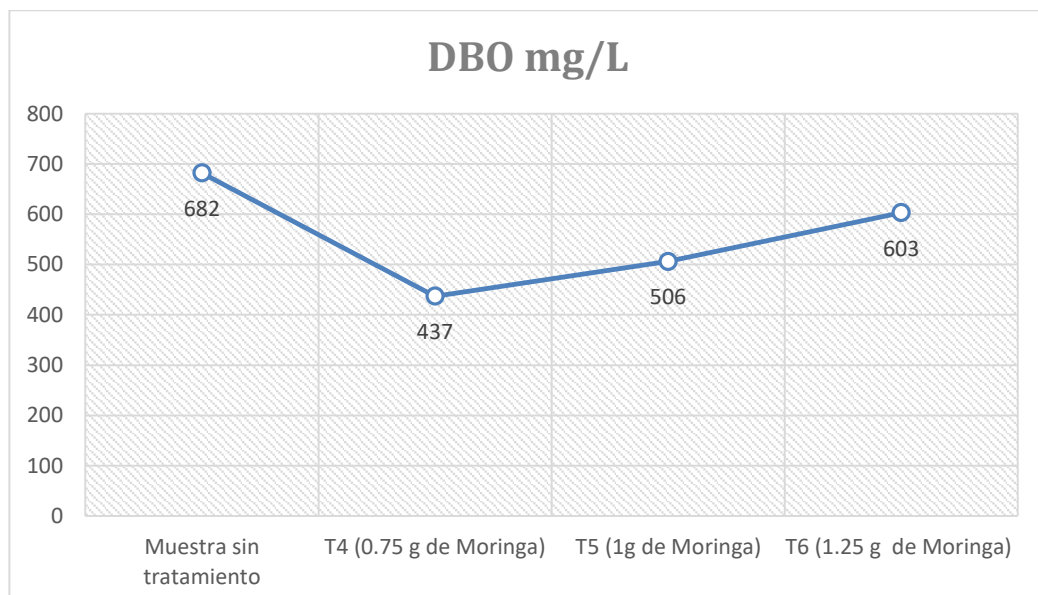
**Figura 1: Solidos suspendidos totales (Moringa Oleífera)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el **Gráfico 5** acerca de la Solidos Suspendidos totales (SST), Observamos que el resultado de la prueba control es de 895 ppm, utilizando la semilla de la moringa en polvo y el sulfato de aluminio, se utilizaron tres dosis diferentes las cuales son T4, T5, T6. Logramos observar que las tres dosis lograron disminuir los Solidos suspendidos Totales. Sin embargo, la dosis T4 (0.75g de moringa) tiene la mayor eficiencia a 585 ppm.

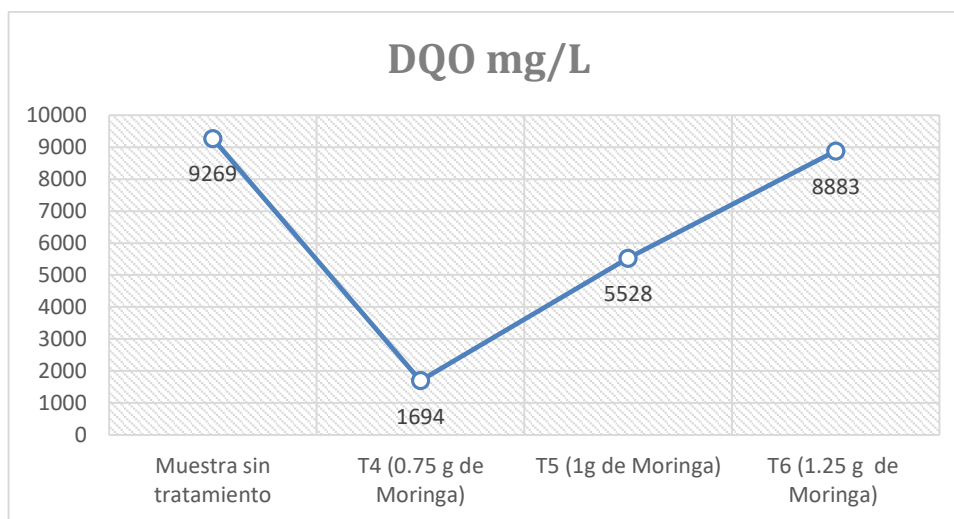
**Figura 5. Demanda Biológica de Oxígeno (Moringa Oleífera)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el **Gráfico 6** acerca de la Demanda Biológica de Oxígeno, Observamos que el resultado de la prueba control es de 682 mg/L, utilizando la semilla de la moringa en polvo y el sulfato de aluminio, se utilizaron tres dosis diferentes las cuales son T4, T5, T6. Logramos observar que las tres dosis lograron disminuir la Demanda Biológica de Oxígeno. Sin embargo, la dosis T4 (0.75g de moringa) tiene la mayor eficiencia a 437 mg/L.

**Figura 6. Demanda Química de Oxígeno (Moringa Oleífera)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el Gráfico 7 acerca de la Demanda Química de Oxígeno, Observamos que el resultado de la prueba control es de 9269 mg/L, utilizando la semilla de la moringa en polvo y el sulfato de aluminio, se utilizaron tres dosis diferentes las cuales son T4, T5, T6. Logramos observar que las tres dosis lograron disminuir la Demanda Química de Oxígeno. Sin embargo, la dosis T4 (0.75g de moringa) tiene la mayor eficiencia a 1694 mg/L

## **GOMA DE TARA (*Cesalpinia Spinosa*)**

**Tabla 10: Dosis n° 1 - 0,75g/700ml de goma de tara y Sulfato de aluminio en aguas residuales del Dren 2000.**

<i>Parámetros de control</i>	Resultados	Unidades
<i>pH</i>	4.4	
<i>Turbidez</i>	22	NTU
<i>Conductividad Eléctrica</i>	1.470	mS/cm
<i>Oxígeno disuelto</i>	5.43	Ppm
<i>Solidos Suspendidos totales</i>	735	Ppm
<i>DBO</i>	5.42	mg/L
<i>DQO</i>	4896	mg/L

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 11: Dosis n° 2 - 1 g/700ml de goma de tara y Sulfato de aluminio en aguas residuales del Dren 2000.**

<i>Parámetros de control</i>	Resultados	Unidades
<i>pH</i>	4.43	
<i>Turbidez</i>	17	NTU
<i>Conductividad Eléctrica</i>	1.351	mS/cm
<i>Oxígeno disuelto</i>	5.95	ppm
<i>Solidos Suspendidos totales</i>	676	ppm
<i>DBO</i>	485	mg/L
<i>DQO</i>	4197	mg/L

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 12: Dosis n° 3 - 1.25 g/700ml de goma de tara y Sulfato de aluminio en aguas residuales del Dren 2000.**

<i>Parámetros de control</i>	Resultados	Unidades
<i>pH</i>	4.46	
<i>Turbidez</i>	24	NTU
<i>Conductividad Eléctrica</i>	1.352	mS/cm
<i>Oxígeno disuelto</i>	6.05	ppm
<i>Sólidos Suspendidos totales</i>	678	ppm
<i>DBO</i>	542	mg/L
<i>DQO</i>	6423	mg/L

*Fuente: Elaboración propia*

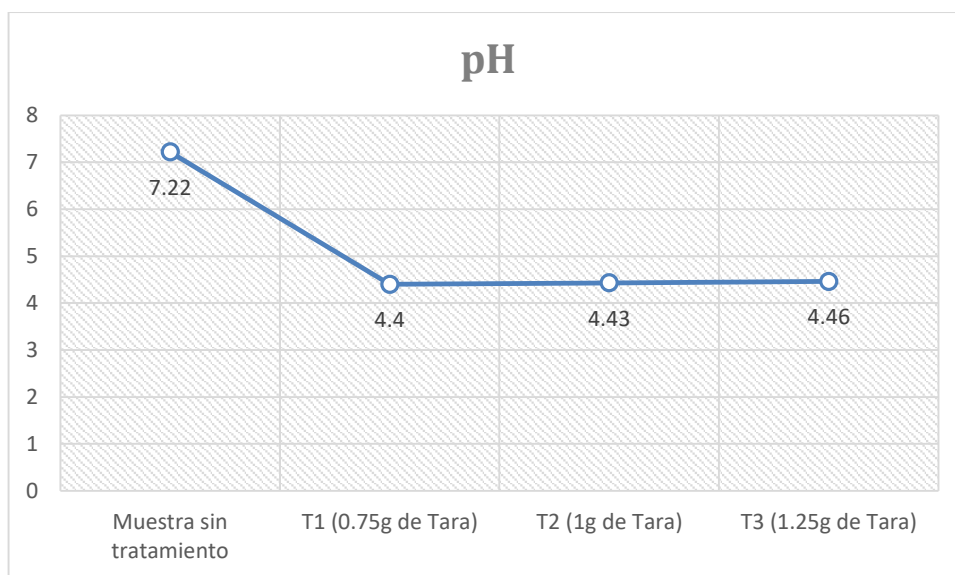
**Tabla 13: Dosis optima de goma y Sulfato de aluminio de tara en Agua Residual del Dren 4000**

Dosis	pH	Turbidez	Conductividad eléctrica	Oxígeno disuelto	SST	DBO	DQO
Control	7.22	60	1.791	6.77	895	682	9269
0.75g	4.4	22	1.470	5.43	735	542	4896
1 g	4.43	17	1.351	5.95	676	485	4197
1.25 g	4.46	24	1.351	6.05	678	542	6423

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Como se muestra en la **Grafico 13** aplicando la goma de tara el menor pH fue de 4.3, la turbidez disminuyó notablemente a 17 NTU, la conductividad disminuyó a 1351mS/cm, el oxígeno disuelto disminuyó levemente a 5.95 ppm, Los sólidos suspendidos totales disminuyó 676 ppm, DBO disminuyó a 485 mg/L y el DQO disminuyó notablemente a 4197 mg/L con respecto a la prueba control, se llegó a la conclusión que la dosis más óptima usando la goma de tara como coagulante es de 0.75 por 700 ml.

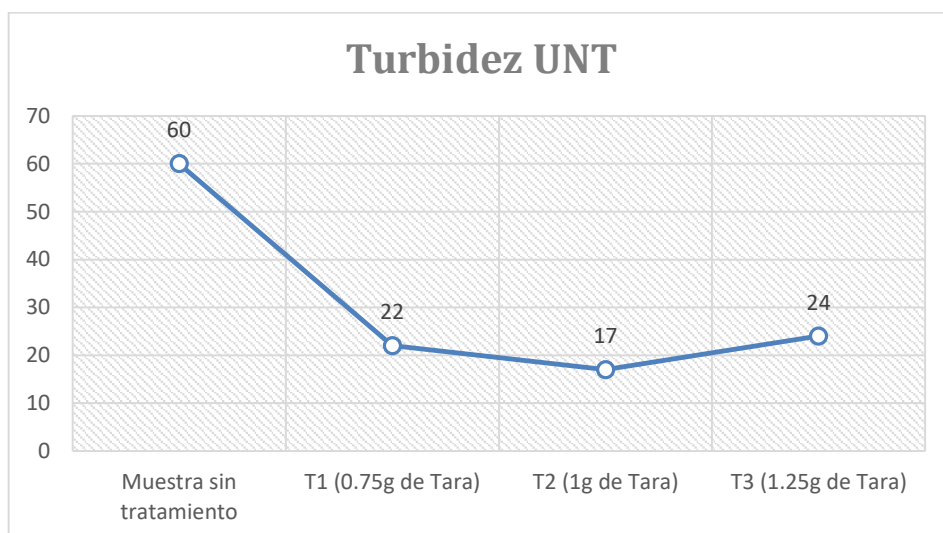
**Figura 7. pH (Cesalpinia Spinosa)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el **Gráfico 8** acerca del potencial Hidrogeno (pH) observamos que el resultado de la prueba control es de 7.22 utilizando la goma de tara y sulfato de aluminio, se utilizaron tres dosis diferentes las cuales son T1, T2, T3. Logramos observar que se vuelve que se vuelve acida por la utilización del sulfato de aluminio.

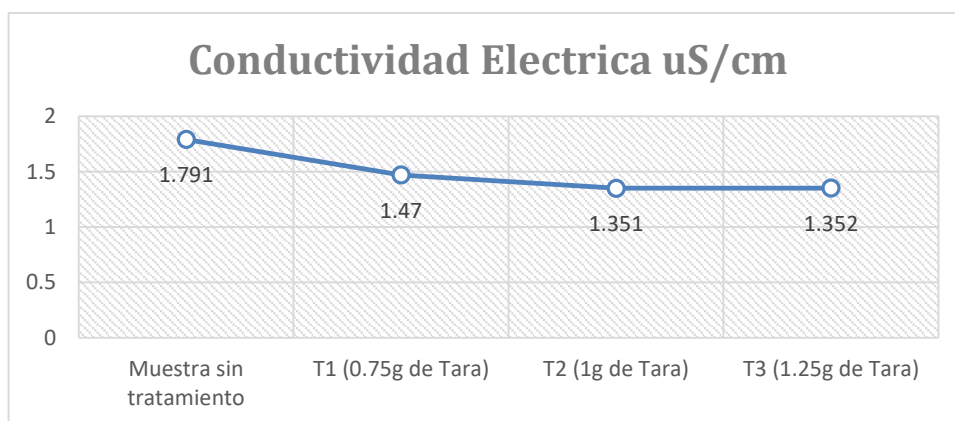
**Figura 8. Turbidez (Cesalpinia Spinosa)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el **Gráfico 2** acerca del Turbidez observamos que el resultado de la prueba control es de 60 UNT utilizando la goma de tara y el sulfato de aluminio, se utilizaron tres dosis diferentes las cuales son T1, T2, T3. Logramos observar que las tres dosis se so logro disminuir la turbidez. Sin embargo, la dosis T2 (1g de tara) disminuyéndolo a 17 UNT, teniendo la mayor eficiencia.

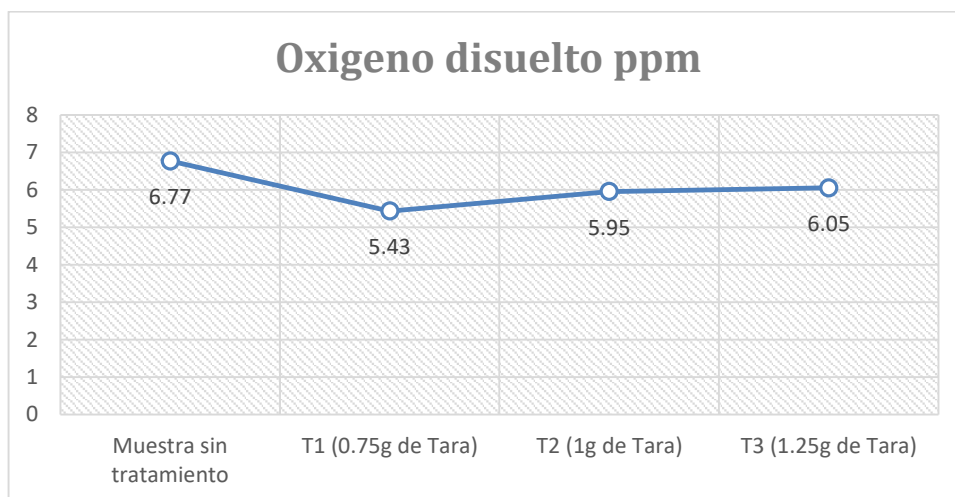
**Figura 9. Conductividad Eléctrica (Cesalpinia Spinosa)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el **Gráfico 10** acerca de la Conductividad Eléctrica, Observamos que el resultado de la prueba control es de 1.791 uS/cm. utilizando la goma de tara y el sulfato de aluminio, se utilizaron tres dosis diferentes las cuales son T1, T2, T3. Logramos observar que las tres dosis se so logro disminuir la conductividad eléctrica. Sin embargo, la dosis T2 (1g de tara) disminuyéndolo a 1.351 uS/cm, teniendo la mayor eficiencia.

**Figura 10. Oxígeno disuelto (Cesalpinia Spinosa)**

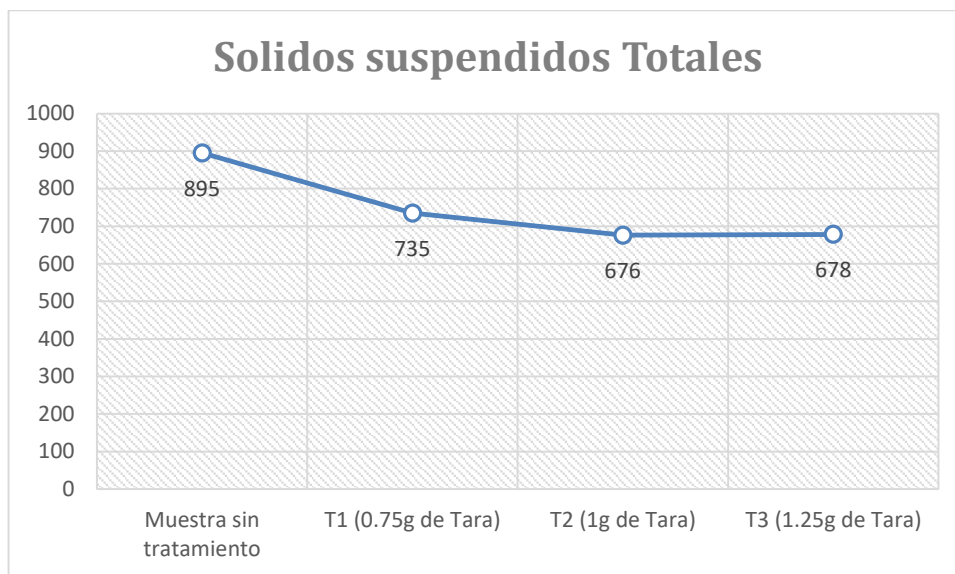


*Fuente: Elaboración propia*



**Interpretación:** En el Gráfico 11 acerca del Oxígeno disuelto, observamos que el resultado de la prueba control es de 6.77 ppm. utilizando la goma de tara y el sulfato de aluminio, se utilizaron tres dosis diferentes las cuales son T4, T5, T6. Logramos observar que las tres dosis disminuyendo el oxígeno del agua, la cual debería aumentar en vez de disminuir. Sin embargo, la dosis T6 (1g de tara) es la que disminuye menos la OD.

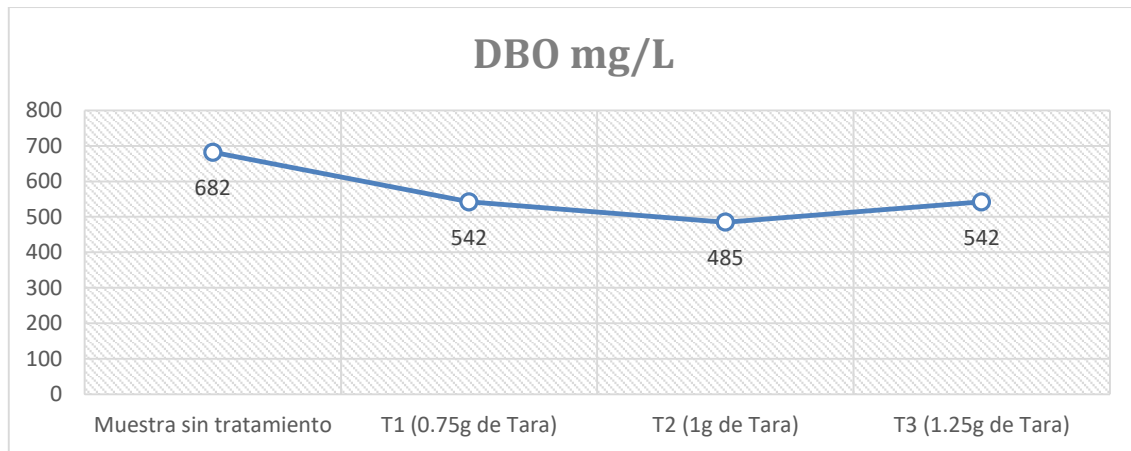
**Figura 11. Solidos Suspendidos Totales (Cesalpinia Spinosa)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el Gráfico 12 acerca de la Solidos Suspendidos totales (SST), Observamos que el resultado de la prueba control es de 895 ppm, utilizando la goma de tara y el sulfato de aluminio, se utilizaron tres dosis diferentes las cuales son T1, T2, T3. Logramos observar que las tres dosis lograron disminuir los Solidos suspendidos Totales. Sin embargo, la dosis T4 (1g de tara) disminuyéndolo a 676 ppm, teniendo la mayor eficiencia.

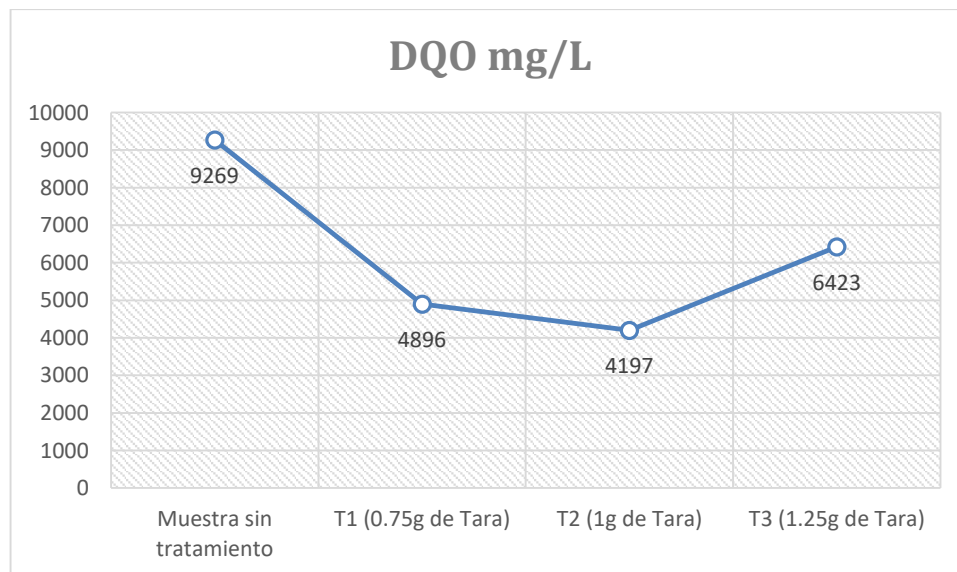
**Figura 12. Demanda Biológica de Oxígeno (Cesalpinia Spinosa)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el **Gráfico 13** acerca de la Demanda Biológica de Oxígeno, Observamos que el resultado de la prueba control es de 682 mg/L, utilizando la goma de tara y el sulfato de aluminio, se utilizaron tres dosis diferentes las cuales son T1, T2, T3. Logramos observar que las tres dosis lograron disminuir la Demanda Biológica de Oxígeno. Sin embargo, la dosis T2 (1g de tara) disminuyéndolo a 485 mg/L, teniendo la mayor eficiencia.

**Figura 13. Demanda Química de Oxígeno (Cesalpinia Spinosa)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el Gráfico 14 acerca de la Demanda Química de Oxígeno, Observamos que el resultado de la prueba control es de 9269 mg/L, utilizando de la goma de tara y el sulfato de aluminio, se utilizaron tres dosis diferentes las cuales son T1, T2, T6.

Logramos observar que las tres dosis lograron disminuir la Demanda Química de Oxígeno. Sin embargo, la dosis T2 (1g de tara) disminuyéndolo a 1694 mg/L teniendo la mayor eficiencia.

### COMPARACION DE LA EFICIENCIA

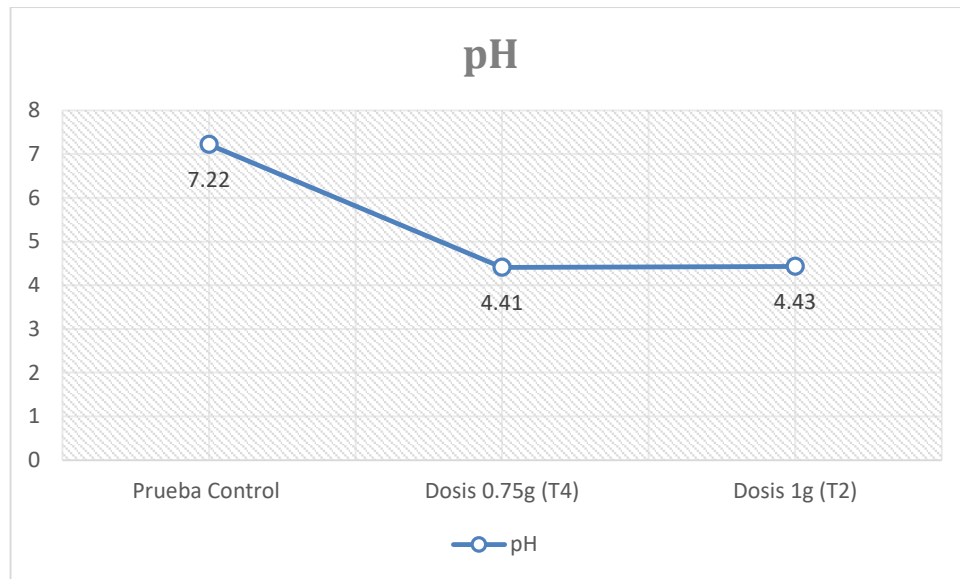
**Tabla 14: Comparación de la eficiencia de la Moringa en polvo, la goma de tara y Sulfato de aluminio en agua residual del dren 2000.**

Parámetros de Control	Unidad	Prueba Control	Agua residual del Dren 2000 tratada	
			Moringa en polvo Dosis 0.75 (g/700ml)	Goma de tara Dosis 1(g/700ml)
pH	Unidad	7.22	4.41	4.43
Turbidez	NTU	60	9.6	17
Conductividad Eléctrica	mS/cm	1.791	1.170	1.351
Oxígeno disuelto	Ppm	6.77	6.45	5.95
Solidos suspendidos totales	Ppm	895	585	676
DBO	mg/L	682	437	485
DQO	mg/L	9269	1694	4197

*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** Como se observa en el **Tabla 13** se identifica los valores de la prueba inicial del agua residual del Dren 2000, donde se muestra la reducción efectiva en la DQO, la turbidez, y conductividad eléctrica comparando con los valores de la prueba control, en cuanto solidos suspendidos totales y DBO la disminuyeron levemente utilizando la moringa en polvo y la goma de tara. Pero en cuanto al pH y el oxígeno disuelto disminuye notablemente en cuanto el pH lo hace más ácido y en con OD lo disminuye y no deja que demande oxígeno. En cuanto a las dosis más optimas de ambos coagulantes, usando la moringa en polvo la dosis más óptima es de 0.75g/ 700ml y la dosis más óptima en cuanto la utilización de la goma de tara es de 1g/700ml.

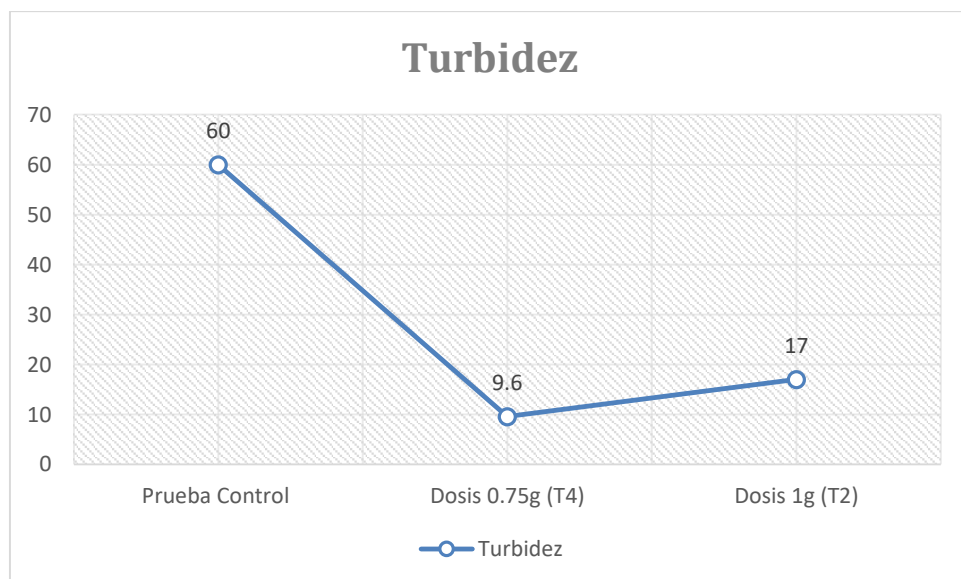
**Figura 14. pH (*Moringa Oleífera*) y (*Cesalpinia Spinosa*)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el **Gráfico 15** acerca del potencial Hidrogeno (pH) observamos que el resultado de la prueba control es de 7.22 utilizando tanto la semilla de moringa en polvo y la goma de tara como coagulante dan casi el mismo resultado haciendo más acida el agua.

**Figura 15. Turbidez (*Moringa Oleífera*) y (*Cesalpinia Spinosa*)**

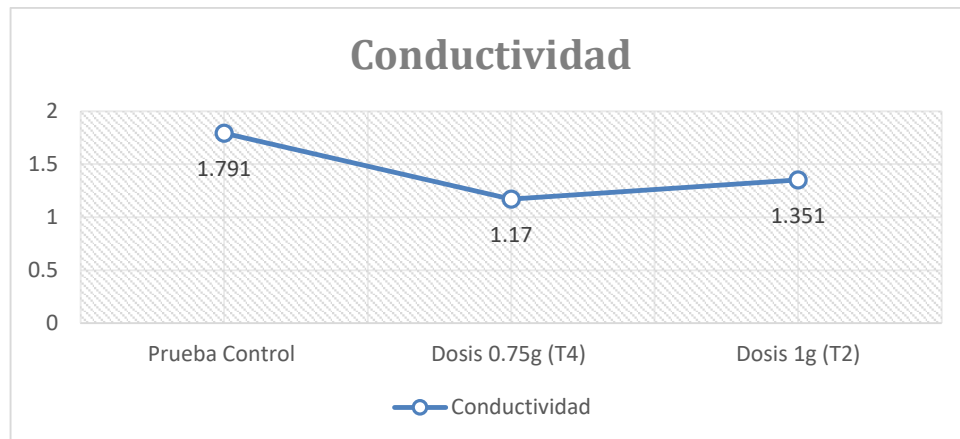


*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el **Gráfico 16** acerca de la turbidez, Observamos que el resultado de la prueba control es de 60 NTU. Comprando los dos coagulantes entre la semilla de

moringa en polvo *Moringa Oleífera* y la goma de tara *Caesalpinia Spinosa* con sus dosis más efectivas, el coagulante y la dosis más efectivo es la semilla de la moringa en polvo reduciendo a 9.6 NTU del resultado de la prueba control quiere decir que disminuyo el 84% de la Turbidez.

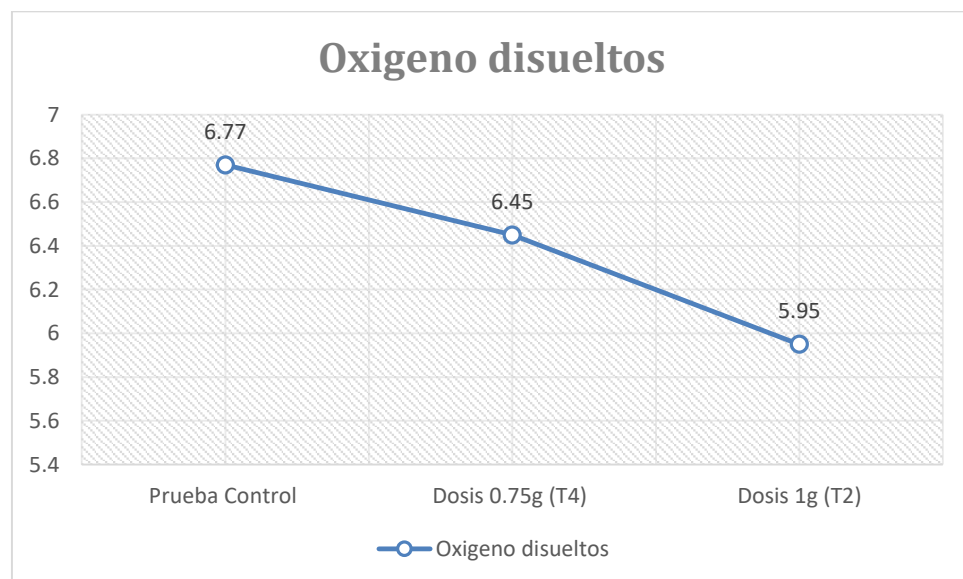
**Figura 16. Conductividad Eléctrica (*Moringa Oleífera*) y (*Cesalpinia Spinosa*)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el **Gráfico 17** acerca de la conductividad eléctrica observamos que el resultado de la prueba control es 1.791 mS/cm. Comparando los dos coagulantes entre la semilla de moringa en polvo *Moringa Oleífera* y la goma de tara *Caesalpinia Spinosa* con sus dosis más efectivas, el coagulante y la dosis más efectivo es la semilla de la moringa en polvo reduciendo a 1.170 mS/cm del resultado de la prueba control.

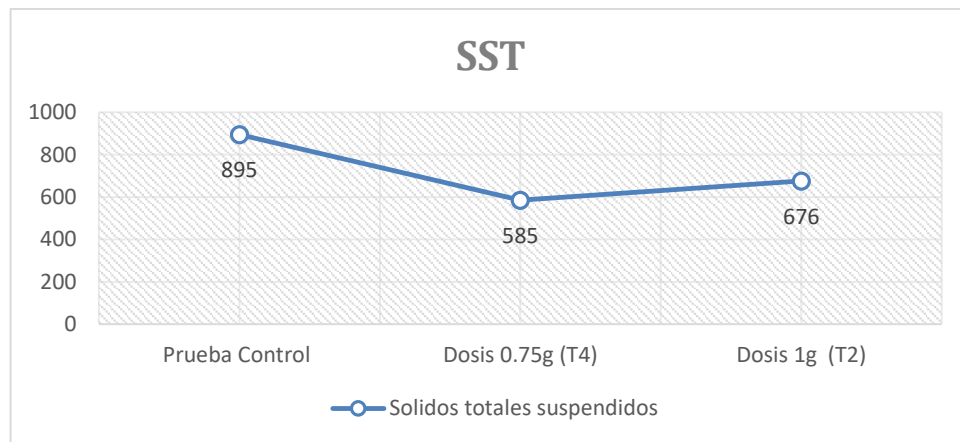
**Figura 17. Oxígeno Disueltos (*Moringa Oleífera*) y (*Cesalpinia Spinosa*)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el **Grafico 18.** acerca del oxígeno disuelto observamos que el resultado de la prueba control es de 6.77 ppm, y la comparación de los coagulantes entre la semilla de moringa en polvo *Moringa Oleífera* y la goma de tara *Caesalpinia Spinosa*; ninguno es más eficiente ya que reduce el oxígeno existen en el agua ya que debería ayudar a aumentar no a disminuirlo. Pero el que menos disminuye es el T4.

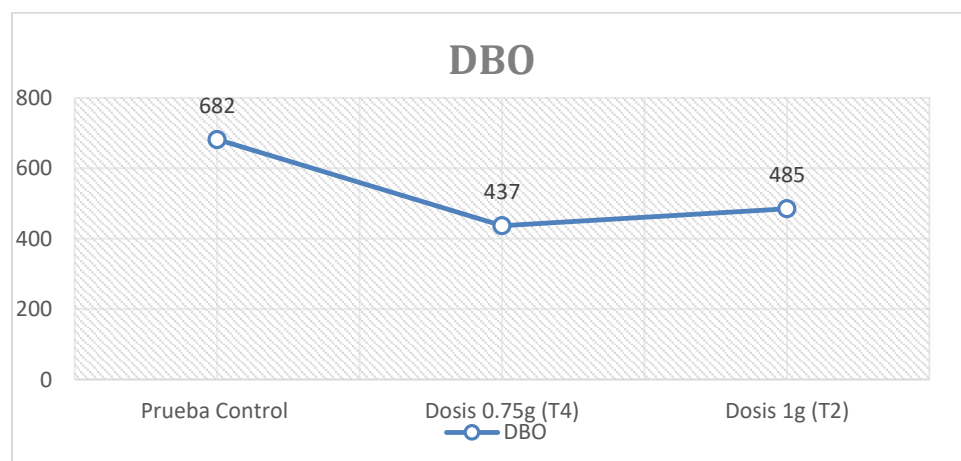
**Figura 18. Solido Suspendidos totales (*Moringa Oleífera*) y (*Cesalpinia Spinosa*)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el **Gráfico 19** acerca de los Solidos Suspendidos totales observamos que el resultado de la prueba control es 895 ppm. Comparando los dos coagulantes entre la semilla de moringa en polvo *Moringa Oleífera* y la goma de tara *Caesalpinia Spinosa* con sus dosis más efectivas, el coagulante y la dosis más efectivo es la semilla de la moringa en polvo reduciendo a 585 ppm del resultado de la prueba control quiere decir que desmayo el 34.6%. de los SST

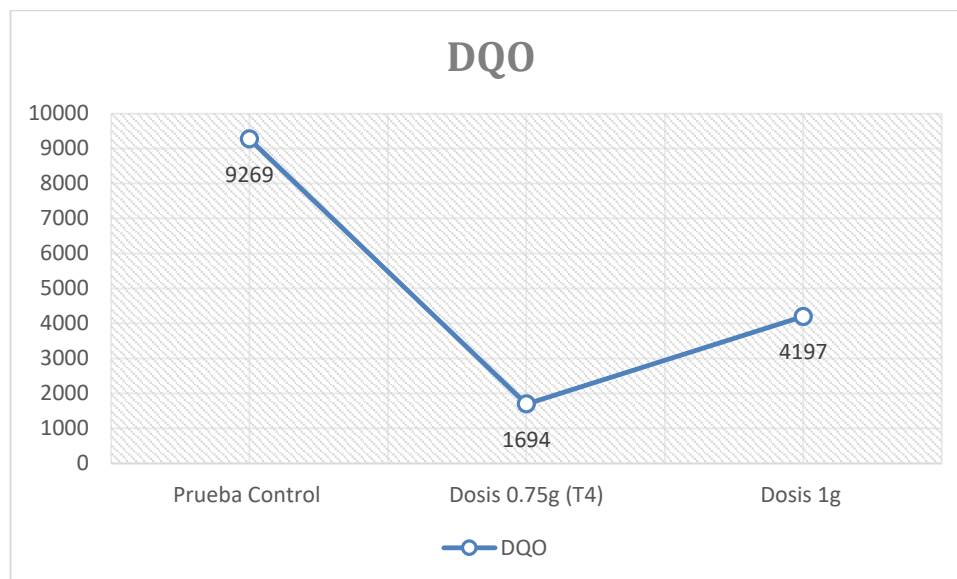
**Figura 19. Demanda Biológica de Oxígeno(*Moringa Oleífera*) y (*Cesalpinia Spinosa*)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el Gráfico 20 acerca de la Demanda de Biológica de oxígeno (DBO) observamos que el resultado de la prueba control es de 682 mg/L. Comparando los dos coagulantes entre la semilla de moringa en polvo *Moringa Oleífera* y la goma de tara *Caesalpinia Spinosa* con sus dosis más efectivas, el coagulante y la dosis más efectivo es la semilla de la moringa en polvo reduciendo a 437 mg/L del resultado de la prueba control quiere decir que desmayo e 36.6% de la DBO.

**Figura 20. Demanda Química de Oxígeno (*Moringa Oleífera*) y (*Cesalpinia Spinosa*)**



*Fuente: Elaboración propia*

**Interpretación:** En el **Gráfico 21** acerca de la Demanda química de Oxígeno (DQO) observamos que el resultado de la prueba control es de 9269 mg/L. Comparando los dos coagulantes entre la semilla de moringa en polvo *Moringa Oleífera* y la goma de tara *Caesalpinia Spinosa* con sus dosis más efectivas, el coagulante y la dosis más efectivo es la semilla de la moringa en polvo reduciendo a 1694 mg/L del resultado de la prueba control quiere decir que desmayo el 81.7 % de la DQO

#### **Determinación de porcentaje de remoción**

El porcentaje de remoción de turbidez o función de los coagulantes, se determinó de acuerdo a **SCIBAN [et al.] (2005)**

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = \frac{T_0 - T_{F-1h}}{T_0} \times 100$$

Dónde:

$T_0 = \text{turbiedad inicial}$

$T_{f-1h} = \text{turbiedad final depues de una hora de sedimentacion}$

### **Moringa Oleífera**

– **Tratamiento 4 (0.75 g)**

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = \frac{60 - 9.6}{60} \times 100$$

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = 84\%$$

– **Tratamiento 5 (1g)**

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = \frac{60 - 13}{60} \times 100$$

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = 78.3\%$$

– **Tratamiento 6 (1.25)**

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = \frac{60 - 13}{60} \times 100$$

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = 78.3\%$$

### **Goma de tara**

▪ **Tratamiento 1 (0.75g)**

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = \frac{60 - 22}{60} \times 100$$

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = 63.3\%$$

– **Tratamiento 2 (1g)**

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = \frac{60 - 17}{60} \times 100$$

$$\% \text{ de remocion de turbidez} = 71.6\%$$



– **Tratamiento 3 (1.25 g)**

$$\% \text{ de remoción de turbidez} = \frac{60 - 24}{60} \times 100$$

$$\% \text{ de remoción de turbidez} = 60\%$$

**Análisis de la eficiencia de remoción de la carga contaminante**

(Young, 1991). En los sistemas de tratamiento de aguas residuales para calcular la eficiencia de remoción de la carga contaminante viene dada por:

Donde:

$$E = \frac{S_o - S}{S_o} * 100$$

E: Eficiencia de remoción del sistema (%).

S: Salida carga contaminante en (mg DQO, DBO5 o SST/L).

So: Entrada de la carga contaminante en (mg DQO, DBO5 o SST/L).

**Sólidos totales suspendidos**

$$E = \frac{S_o - S}{S_o} * 100$$

E: Eficiencia de remoción del sistema (%).

S: Salida carga contaminante en mg SST

So: Entrada de la carga contaminante en mg SST

**Moringa Oleífera**

– **Tratamiento 4 (0.75g)**

$$E = \frac{895 - 585}{895} * 100$$

$$E = 34.6\%$$

– **Tratamiento 5 (1g)**

$$E = \frac{895 - 703}{895} * 100$$

$$E = 21.4\%$$

– **Tratamiento 6 (1.25)**

$$E = \frac{895 - 803}{895} * 100$$
$$E = 10.27\%$$

**Goma de tara**

– **Tratamiento 1 (0.75)**

$$E = \frac{895 - 735}{895} * 100$$
$$E = 17.8\%$$

– **Tratamiento 2 (1g)**

$$E = \frac{895 - 676}{895} * 100$$
$$E = 24.4\%$$

– **Tratamiento 3 (1.25g)**

$$E = \frac{895 - 678}{895} * 100$$
$$E = 24.2\%$$

**Análisis de DBO5**

$$E = \frac{S_o - S}{S_o} * 100$$

E: Eficiencia de remoción del sistema (%).

S: Salida carga contaminante en mg DBO5

S<sub>o</sub>: Entrada de la carga contaminante en mg DBO5

**Oleífero polvo**

– **Tratamiento 4 (0.75g)**

$$E = \frac{682 - 432}{682} * 100$$
$$E = 36.6\%$$

– **Tratamiento 5 (1g)**

$$E = \frac{682 - 506}{682} * 100$$

$$E = 25.8\%$$

– **Tratamiento 6 (1.25g)**

$$E = \frac{682 - 603}{682} * 100$$

$$E = 11.5\%$$

**Goma de tara**

– **Tratamiento 1 (0.75g)**

$$E = \frac{682 - 542}{682} * 100$$

$$E = 20.5\%$$

– **Tratamiento 2 (1g)**

$$E = \frac{682 - 485}{682} * 100$$

$$E = 28.8\%$$

– **Tratamiento 3 (1.25g)**

$$E = \frac{682 - 542}{682} * 100$$

$$E = 20.5\%$$

**Análisis de DQO**

$$E = \frac{S_o - S}{S_o} * 100$$

E: Eficiencia de remoción del sistema (%).

S: Salida carga contaminante en mg DQO

S<sub>o</sub>: Entrada de la carga contaminante en mg DQO

## **Moringa Oleífera**

### **– Tratamiento 4 (0.75g)**

$$E = \frac{9269 - 1694}{9269} * 100$$
$$E = 81.7\%$$

### **– Tratamiento 5 (1g)**

$$E = \frac{9269 - 5528}{9269} * 100$$
$$E = 40.36\%$$

### **– Tratamiento 6 (1.25g)**

$$E = \frac{9269 - 8883}{9269} * 100$$
$$E = 4.16\%$$

## **Goma de Tara**

### **– Tratamiento 1 (0.75g)**

$$E = \frac{9269 - 4896}{9269} * 100$$
$$E = 47.17\%$$

### **– Tratamiento 2 (1g)**

$$E = \frac{9269 - 4197}{9269} * 100$$
$$E = 54.7\%$$

### **– Tratamiento 3 (1.25g)**

$$E = \frac{9269 - 8883}{9269} * 100$$
$$E = 30.7\%$$

## V. DISCUSIÓN

En cuanto los resultados que obtuvimos en los dos tratamientos para poder reducir los parámetros fisicoquímicos como el pH, Conductividad Eléctrica, Turbidez, Oxígeno Disuelto, DQO y DBO, se determinó la dosis más óptima de la semilla de moringa en polvo *Moringa Oleífera* y la goma de tara de *Caesalpinia Spinosa*, para poder comparar la eficiencia de los dos coagulantes para la reducción de los parámetros.

Para la semilla de Moringa en polvo (*Moringa Oleífera*) se aplicó las dosis de 0.75g, 1g y 1.25g, comprobándose que para el pH la dosis óptima es de 0.75 g reduciendo el pH de 7.22 a 4.41 en cuanto al Oxígeno Disuelto una de las dosis fue 1.25g, la cual fue la única dosis que disminuyó levemente de 6.77 ppm a 6.67 ppm, la dosis más efectiva es 0.75g ya que disminuyó los parámetros de Turbidez, Conductividad Eléctrica, SST, DBO5 y DQO, Obtuvo una turbidez (84%; 60NTU a 9.6), conductividad de 1.791 de mS/cm a 1170 de mS/cm, un SST de (34.6%; 895 ppm a 585ppm), una DBO de (36.6%; 682 mg/L a 437 mg/L) y una DQO (81.7%; de 9269 mg/7L a 1694 mg/L). (**Urquia, 2017**) en su investigación trabajó con las dosis muy parecidas, y también logró disminuir los parámetros de turbidez, pH, conductividad eléctrica, DBO, DQO en aguas de un río, podemos decir que las investigaciones la dosis óptima es de 0.75g.

Para la goma de tara (*Caesalpinia Spinosa*) se aplicaron las dosis de 0.75g, 1g y 1.25g comprobándose que para el pH la mejor dosis es de 1 g reduciendo el pH de 7.22 a 4.43 en cuanto al Oxígeno Disuelto una de las dosis fue 1.25g ya que fue la única dosis que disminuyó levemente de 6.77 ppm a 6.05 ppm, la dosis efectiva fue la de 1g, la cual disminuyó los parámetros de Turbidez, Conductividad Eléctrica, SST, DBO5 y DQO, Obtuvo una turbidez de (71.6% ; 60 UNT a 17 UNT), una conductividad de 1.791 de mS/cm a 1351 de mS/cm, un SST de (24.4%; 895 ppm a 676), una DBO de (28.8%; 682 mg/7L a 485 mg/L) y una DQO de (54.7%; 9269 mg/L a 4197mg/L). Se discrepa con Guerrero y López, (2016) En su investigación trabajó dos dosis las cuales fueron 2g y 3g, pero con diferentes remociones. La dosis óptima para ellos fue la 3g reduciendo a un 79.6% en turbidez, removiendo la DQO a un 38%, DBO a un 43.52% y los SST a un 17.07%. Eso nos da entender que a mayor dosis mayor eficiencia en cuanto la turbidez y DBO pero en los parámetros de DQO y SST la dosis o concentración tiene que ser menor para que pueda ser eficiente la goma de tara.

## VI. CONCLUSIONES

- Se determinó la calidad del agua residual del Dren 2000 antes del tratamiento, determinando las características fisicoquímicas, se obtuvo un pH de 7.22, una Conductividad Eléctrica de 1.791 mS/cm, una Turbidez de 60 NTU, un Oxígeno Disuelto de 6.77 ppm, los sólidos suspendidos totales de 895 ppm, la demanda biológica de oxígeno (DBO) 682 mg/L y 9269 mg/L de Demanda Biológica de Oxígeno.
- Se dosificó ambos coagulantes en tres dosis diferentes para cada tratamiento, para la semilla de moringa (*Moringa oleífera*) se trabajó con 0.75 g, 1 g y 1.25 g y para la goma de tara (*Caesalpinia spinosa*) se trabajó con las mismas dosis, cabe recalcar que estas dosis se aplicaron guiándonos de nuestros antecedentes.
- Se determinó la calidad del agua residual del Dren 2000- San José, después de haber aplicado los dos coagulantes. Para la semilla de Moringa en polvo (*Moringa Oleífera*), comprobándose que para el pH reduciendo el pH de 7.22 a 4.41 en cuanto al Oxígeno Disuelto disminuyó levemente de 6.77 ppm a 6.67 ppm, obteniendo una conductividad de 1.791 de mS/cm a 1170 de mS/cm, un SST de 895 ppm a 585ppmm, una DBO de 682 mg/L a 437 mg/L y una DQO de 9269 mg/7L a 1694 mg/L y para la goma de tara (*Caesalpinia Spinosa*), comprobándose que el tratamiento lo vuelve más ácido el pH de 7.22 a 4.43 en cuanto al Oxígeno Disuelto los disminuyó levemente de 6.77 ppm a 6.05 ppm, los parámetros Turbidez, Conductividad Eléctrica, SST, DBO5 y DQO, obteniendo una turbidez de 60 UNT a 17 UNT, una conductividad de 1.791 de mS/cm a 1351 de mS/cm, un SST de 895 ppm a 676, una DBO de 682 mg/7L a 485 mg/L y una DQO de 9269 mg/L a 4197mg/L.
- Se determinó que la dosis más eficiente es la semilla de moringa (*Moringa Oleífera*) con una dosis de 0.75g/L obteniendo los resultados la acidez del pH fue 4.41, la turbidez fue uno de los parámetros en donde se vio mayor efectividad disminuyendo al 9.6 NTU, la conductividad disminuyó a 1694 mS/cm con respecto a la prueba control, el oxígeno disuelto disminuyó a 6.45 ppm, en los sólidos suspendidos totales se nota una disminución a 585 ppm, la DBO disminuyó a 437mg/L y la DQO es uno de los parámetros donde se ve la mayor efectividad a 1694 mg/L con respecto a la prueba control.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Es recomendable disolver la goma de tara con agua destilada antes de agregar a la prueba de jarras, ya que si no lo disuelves puede volverse grumos y evita que cumpla con su función de coagulante.
- Es recomendables extraer los aceites y grasas de la semilla de moringa, para poder obtener una mejor eficiencia al punto de aplicar el coagulante.

## REFERENCIAS

- AGUILAR ASCÓN, Edwar Alejandro.** *Utilización de las semillas de tara (Caesalpinia Spinosa) como ayudante de coagulación en el tratamiento de aguas. Tesis (Ingeniera Sanitaria)* Lima: Pontificia Universidad Nacional de Ingeniería del Perú, 2010. Disponible en <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/49>
- MERA ALEGRIA, Carlos; GUITIERREZ SALAMANCA, Madeleine; MONTES ROJAS, Consuelo y PAZ CONCHA, Juan.** *Efecto de la Moringa oleífera en el tratamiento de aguas residuales en el cauca, Colombia.* Biotecnología en el sector agropecuario y Agroindustrial [en línea]. Julio- diciembre 2015, n°2. [fecha de consulta: 26 de mayo del 2018]. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a12.pdf>
- RAMIREZ ARCILA, Hildebrando Y JARAMILLO PERALTA, Jhoan.** Agentes naturales como alternativa para el tratamiento del agua. *agentes naturales como alternativa para el tratamiento del agua. Universidad militar nueva granada* [En línea]. 21 de Julio de 2015, n° 2. [fecha de consulta: 26 de mayo del 2018]. Disponible en <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/viewFile/1303/1359>.
- ARGANDOÑA ZAMBRANO, Ligia Elena Y MACIAS GARCIA, Ramon Gabriel.** Determinación de sólidos totales, suspendidos, sedimentados y volátiles, en el efluente de las lagunas de oxidación situadas en la parroquia colón, cantón portoviejo, provincia de Manabí, durante el período de marzo a septiembre 2013. *Tesis (Ingenieros químico)* Manabi: Universidad Técnica de Manabi Facultad de Ciencias Matemáticas Físicas y Químicas de Colombia, 2013. Disponible en <http://repositorio.utm.edu.ec/bitstream/123456789/137/1/DETERMINACION%20DE%20SOLIDOS%20TOTALES%2C%20SUSPENDIDOS%2C%20SEDIMENTADOS%20Y%20VOLATILES.pdf>.
- Autoridad Nacional del Agua.** Autoridad Nacional del Agua. *Autoridad Nacional del Agua.* [En línea] 11 de Marzo de 2013. Disponible en <http://www.camara-alemana.org.pe/downloads/2-130311-ana.pdf>.
- MORALES AVELINO, F.D; MÉNDEZ NOVELO, R. Y TAMAYO DÁVILA, M.** *Tratamiento de aguas residuales de rastro mediante semillas de Moringa Oleífera Lam como coagulante.* Tropical and Subtropical Agroecosystem [En línea] 3 septiembre-diciembre 2009, n° 3 [Fecha de consulta: 20 de junio del



2018 ] Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/939/93912996021.pdf> E-ISSN: 1870-0462

**ESPIGARES GARCÍA, M. y PÉREZ LÓPEZ J.A.** *Aguas Resodiales composicion*. [En línea]. [Fecha de consulta: 24 de junio]. Disponible en [http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas\\_Residuales\\_composicion.pdf](http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf)

GOMA DE TARA PERU. *GOMA DE TARA PERU*. [mensaje en un blog]. Lima- Perú (25 de Junio de 2010). [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2018]. Recuperado de <http://gomadetaraperu.blogspot.pe/2010/06/importancia-propiedades-y-usos-de-la.html>.

**BRAVO GUERRERO, Milagro de Fatima Y GUITIERREZ LOPEZ, Jorge Luis.** *Remoción de Sólidos Suspendidos y materia orgánica de las aguas de Rio Pollo en Otuzco empleando semillas de Caesalpinia spinosa (Tara)*. Tesis. (Ingeniería Ambiental) Trujillo: Pontificia Universidad Nacional de Trujillo del Perú, 2016. Disponible en <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/3275>

ARIAS HOYOS, Arnol. HERNÁNDEZ MEDINA, José Luis. CASTRO VALENCIA, Andrés Fernando y SÁNCHEZ PEÑA, Nazly Efredis. *Tratamiento de aguas residuales de una central de sacrificio: Uso del polvo de la semilla de la M. oleífera como coagulante natural*. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. [En línea]. Enero-Junio 2017, n° 1.[Fecha de consulta: 26 de mayo del 2018]. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v15nspe/v15nspea04.pdf> ISSN - 1692-3561

**PÉREZ HUACHACA, Wilber Y LÓPEZ GONZALES, Javier Linkolk.** *Aplicación de un diseño factorial 2<sup>4</sup> en la remoción de turbiedad del Rio Rímac mediante la coagulación y floculación usando goma de tara*. *Revista de investigación: Ciencia, tecnología y desarrollo* [En línea]. 2017. n° 1 [Fecha de consulta: 26 de mayo del 2018]. Lima. Disponible en [https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri\\_ctd/article/view/648/620](https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_ctd/article/view/648/620)

**HUARINO ACHO, Mariella.** *Efecto antibacteriano de Caesalpinia spinosa (tara) sobre flora salival mixta*. Tesis. (Facultad de odontología). Lima-Perú : Pontificia Universidad Mayor de San Marcos, 2011.Disponible en [http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/2809/Huarino\\_am.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/cybertesis/2809/Huarino_am.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**CAMPOS, Judisay. COLINA, Gilberto. FERNÁNDEZ, Nola. TORRES Gabriel,**

**SULBARAN, Betzabe Y SULBARAN, Betzabe.** *Caracterización del agente coagulante activo de las semillas de moringa oleífera mediante HPLC.* Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas [En línea]. 26 de Mayo de 2003, nº 1. [Fecha de consulta: 22 de junio del 2018]. Disponible en <http://produccioncientificaluz.org/index.php/boletin/article/view/3/3>. ISSN: 0375-538X

**LARIOS MEOÑO, Fernando J. GONZALES TARANCO, Carlos Y MORALES OLIVARES, Yennyfer.** *Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú.* 2018, Saber y Hacer. Revista de la Facultad de Ingeniería de la USIL [En línea]. Octubre 2017, nº 2 [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2018]. Disponible en <http://www.usil.edu.pe/sites/default/files/revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf> ISSN: 2311 – 7613

**FOLKARD, Geoff y SUTHERLAND, John.** Moringa Oleífera un árbol con enormes potenciales. Equipo de Ingeniería Ambiental del Departamento de Ingeniería de la Universidad de Leicester [En línea]. 1996 nº3 [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2018] Disponible en <http://www.fao.org/3/a-x6324s.pdf>.

**SUTHERLAND, J.P. FOLKARD, G.K Y GRANT, W.D.** Recent field trials in Malawi have proved the viability of using indigenous Moringa Seeds to clarify turbid waters. *Natural coagulants for appropriate water treatment: a novel approach.* [En línea]. Diciembre de 2012, nº4. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2018] Disponible en <https://www.developmentbookshelf.com/doi/abs/10.3362/0262-8104.1990.020?journalCode=w1>

**NAVARRO R, María Olga.** Demanda Bioquímica de oxígeno 5 días, incubación y electrometría. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. [En línea] 4 de Junio de 2007, nº2. [Fecha de consulta: 22 de mayo del 2018] Disponible en <http://www.ideam.gov.co/documents/14691/381/55Demanda+Bioquímica+de+Oxígeno..pdf/ca6e1594-4217-4aa3-9627-d60e5c077dfa>

**NDABIGENGESERE, Anselme. SUBBA, Narasiah. y TALBOT, Brian.** *Active agents and mechanism of coagulation of turbid waters using Moringa oleífera.* [En línea] febrero 1995, nº2. [Fecha de consulta: 22 de junio del 2018]. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/004313549400161Y>

Organización Mundial de la Salud. *Organización Mundial de la Salud.* [En línea] Febrero de 2017. Disponible en [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/sanitation-waste/wastewater/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/sanitation-waste/wastewater/es/)

- PAVON VARGAS, Dario Javier.** *USO POTENCIAL DE LA GOMA DE TARA (Caesalpinia spinosa) PARA EL DESARROLLO DE NUEVAS PELICULAS Y RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES COMPUESTOS.* Tesis (Ingeniero agroindustrial) Quito: Escuela Politécnica Nacional, 2015. Disponible en <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10482/1/CD-6202.pdf>
- MORENO PEREZ, Sandy Celina.** Disminución de la turbidez del agua del río Crisnejas en la comunidad de Chuquibamba-Cajabamba utilizando Opuntia ficus india, aloe vera y Caesalpinia spinosa. Tesis (Ingeniera Ambiental). Trujillo: Pontificia Universidad Cesar Vallejo, 2016. Disponible en [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/6854/moreno\\_ps.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/6854/moreno_ps.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- RODRÍGUEZ PIMENTEL, Héctor.** iagua. iagua. [En línea] 2017 de Marzo de 2017. [Fecha de consulta: 22 de junio del 2018]. Recuperado de <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>.
- REYES SANCHES, Nadir.** Marango: Cultivo y utilización en la alimentación animal. Universidad Nacional Agraria [En línea] 2004, nº 5 . [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2018]. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/2410/1/nf01r457m.pdf>.
- REYES SANCHES, Nadir.** Marango: Cultivo y utilización en la alimentación animal. Universidad Nacional Agraria [En línea] 2004, nº 5 . [Fecha de consulta: 25 de mayo del 2018]. Disponible en <http://repositorio.una.edu.ni/2410/1/nf01r457m.pdf>.
- Foidl, N., Makkar, H.P.S y Becker, K.** *The Potential of Moringa oleifera for agricultural and industrial uses.* The Miracle Tree: The multiple attributes of Moringa [En línea] 2001, nº 5 [Fecha de consulta: 29 de mayo del 2018]. Disponible en [https://miracletrees.org/moringa-doc/the\\_potential\\_of\\_moringa\\_oleifera\\_for\\_agricultural\\_and\\_industrial\\_uses.pdf](https://miracletrees.org/moringa-doc/the_potential_of_moringa_oleifera_for_agricultural_and_industrial_uses.pdf)
- UNESCO.** *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017.* (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas) [En línea] Paris, 2017 [Fecha de consulta: 29 de junio del 2018]. Disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002476/247647s.pdf>.
- URQUIA COLLANTES, Karina.** Eficiencia de la opuntia ficus-India frente a la Moringa

Oleífera, en el tratamiento de aguas del Río Huaycoloro, SJL-2017. Tesis (Ingeniera Ambiental) Lima: Pontificia Universidad César Vallejo, 2017. Disponible en: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10877/Urqu%C3%ADa\\_CK.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10877/Urqu%C3%ADa_CK.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**VEGA; Ysela.** Chiclayo en medio de aguas servidas y olores nauseabundos. *La República*. Lima, Perú, 12 de Agosto de 2017. [Fecha de consulta: 20 de mayo del 2018]. Disponible en: <https://larepublica.pe/sociedad/1072819-chiclayo-en-medio-de-aguas-servidas-y-olores-nauseabudos>

## ANEXO

### Anexo 1: Análisis fisicoquímico



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA

TIPO DE ANÁLISIS: Análisis fisicoquímico

USUARIO : Guicelit Susana Saenz Damian

N° DE MUESTRA : 07

TIPO DE MUESTRA: Agua Residual

FECHA DE EMISIÓN: 27 de Noviembre del 2018

RESULTADOS:

N° DE MUESTRA	PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	EQUIPO
PC	OXIGENO DISUELTO	6.77	PPM	OXÍMETRO
	TURBIDEZ	60	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	9269	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	7.22	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	1791	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	682	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
	SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	895	PPM	MULTIPARAMETRO
T1	OXIGENO DISUELTO	5.43	PPM	OXÍMETRO
	TURBIDEZ	22	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	4896	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	4.4	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	1470	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	542	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
	SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	735	PPM	MULTIPARAMETRO



CÁMPUS CHICLAYO  
Carretera Pimentel Km. 3.5  
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

## Anexo 2: Análisis fisicoquímico



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

T2	OXIGENO DISUELTO	5.95	PPM	OXÍMETRO
	TURBIDEZ	17	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	4197	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	4.43	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	1351	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	485	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
	SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	676	PPM	MULTIPARAMETRO
T3	OXIGENO DISUELTO	6.05	PPM	OXÍMETRO
	TURBIDEZ	24	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	6423	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	4.46	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	1352	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	542	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
	SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	678	PPM	MULTIPARAMETRO
T4	OXIGENO DISUELTO	6.45	PPM	OXÍMETRO
	TURBIDEZ	9.6	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	1694	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	4.41	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	1170	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	437	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)



CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Pimentel Km. 3.5  
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



### Anexo 3: Análisis fisicoquímico



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

T5	SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	585	PPM	MULTIPARAMETRO
	OXIGENO DISUELTO	6.53	PPM	OXÍMETRO
	TURBIDEZ	13	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	5528	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	4.3	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	1596	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	506	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
	SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	703	PPM	MULTIPARAMETRO
T6	OXIGENO DISUELTO	6.64	PPM	OXÍMETRO
	TURBIDEZ	13	NTU	TURBÍDIMETRO
	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	8883	mg/L	FOTÓMETRO
	POTENCIAL DE HIDROGENO	4.43	pH	pHMETRO (BUFFER 7, 4.1, 10.1)
	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	1607	mS/cm	CONDUCTÍMETRO
	DEMANDA BIOLÓGICA DE OXÍGENO	603	mg/L	MÉTODO OD (5 DÍAS)
	SOLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS	803	PPM	MULTIPARAMETRO

Nota: la muestra fue tomada por el usuario, el laboratorio no se responsabiliza.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA Y MICROBIOLOGÍA



CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Pimentel Km. 3.5  
Tel.: (074) 481 616 Anx.: 6514

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

#### Anexo 4: Proceso de la obtención de goma de tara

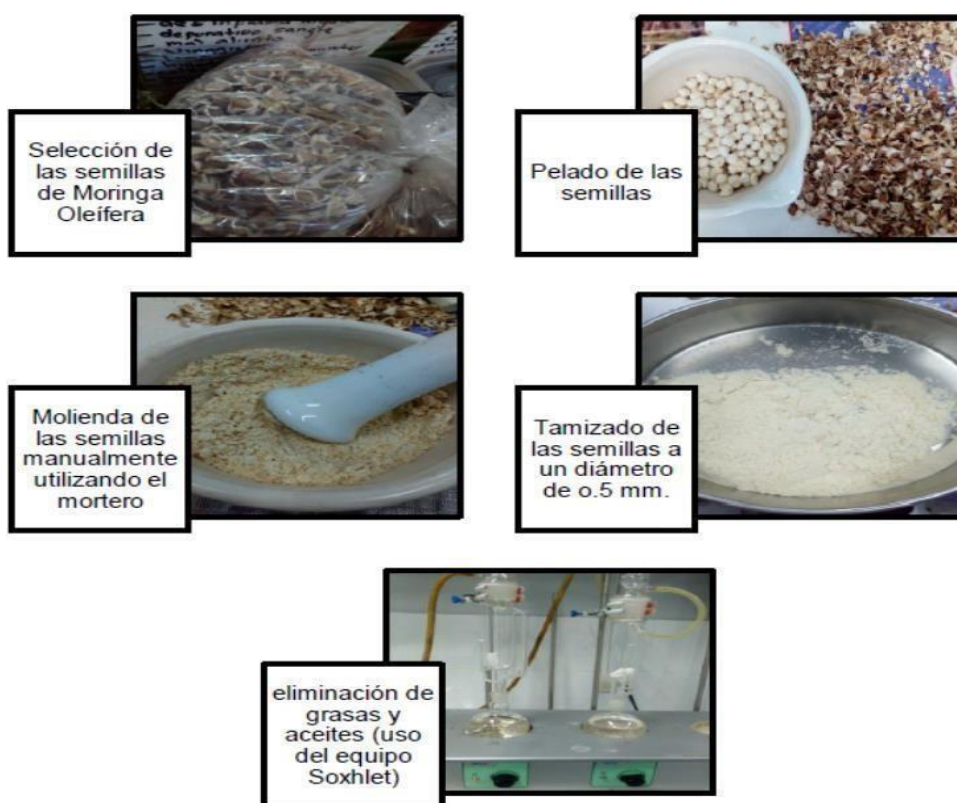




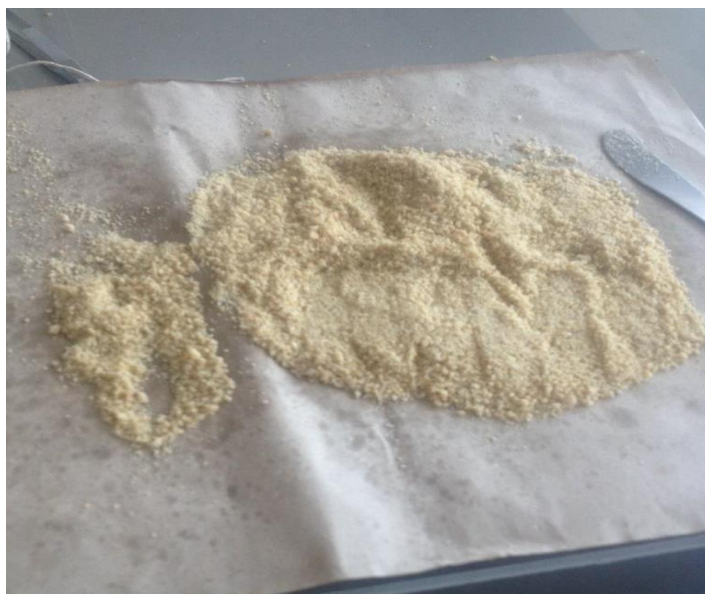
## Anexo 5: Goma de tara



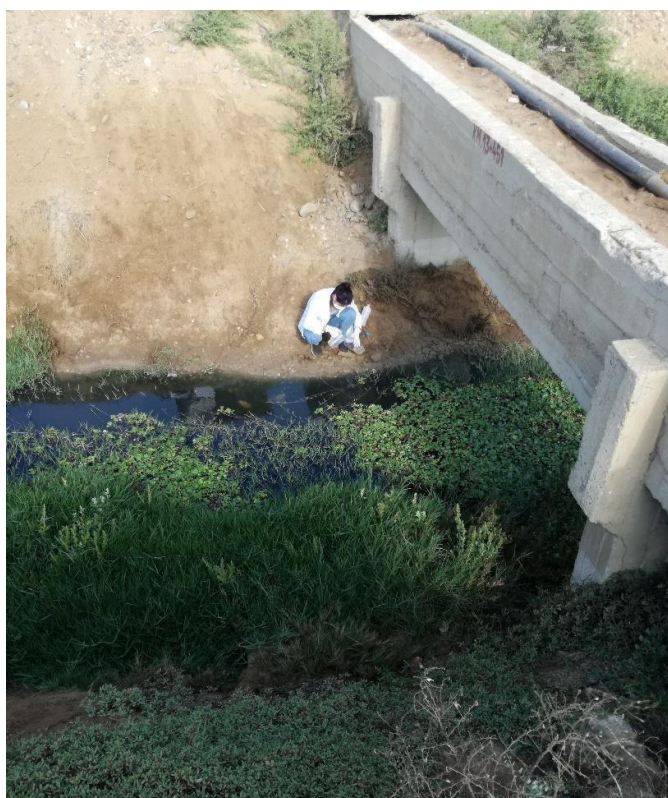
## Anexo 6: Proceso de la obtención de la semilla de moringa en polvo



### **Anexo 7: Moringa en polvo obtenida**



### **Anexo 8: Recolección de las muestras del dren 2000- San José**



### Anexo 9: Test de jarras en laboratorio de la Universidad Cesar Vallejo



### Anexo 10: Las muestras después del tratamiento con la moringa en polvo y goma de tara





### Anexo 11: Análisis del pH



### Anexo 12: Análisis de oxígeno disuelto



### Anexo 13: Demanda para medir DQO



### Anexo 14: Incubación de DBO5



**Anexo 15: Matriz de consistencia para elaboración de proyecto de investigación**

**NOMBRE DEL ESTUDIANTE:** SAENZ DAMIAN GUICELIT SUSANA

**FACULTAD/ESCUELA:** INGENIERÍA /INGENIERÍA AMBIENTAL

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
¿Cuál es más eficiente entre la semilla de moringa (Moringa Oleífera) y goma de tara (Caesalpinia	<b>Objetivo general:</b> Compara la eficiencia de las semillas de moringa ( <i>Moringa oleífera</i> ) y goma de tara ( <i>caesalpinia spinosa</i> ) para el tratamiento de aguas residuales del dren 2000.	<b>H0:</b> <i>Moringa oleífera</i> será más eficiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dosis de coagulante</li> <li>Calidad del agua</li> </ul>	Cuasi experimental	Dren 2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>Técnica de campo (recolección de muestras)</li> <li>Técnicas de muestreo</li> <li>Técnicas de laboratorio</li> </ul>	Prueba de Hipótesis Microsoft Excel
				DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS	

<p><i>Spinosa</i>) para el tramamiento de aguas residuales del dren 2000?</p>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Determinar la calidad del agua residual del dren 2000 antes del tratamiento</li> <li>✓ Dosificar el coagulante de las semillas de moringa (<i>Moringa oleífera</i>) y la goma de tara (<i>Caesalpinia Spinosa</i>) en la prueba de jarras.</li> <li>✓ Determinar la eficiencia del coagulante de las semillas de moringa (<i>Moringa oleífera</i>) y de la goma de tara (<i>Caesalpinia Spinosa</i>) en la mejora de calidad del agua del dren 2000.</li> <li>✓ Determinar la calidad del agua residual del dren 2000 después los tratamientos de coagulación.</li> </ul>	<p>que la <i>Caesalpinia spinosa</i> para el tratamiento de aguas residuales del dren 2000</p> <p><b>Hi:</b></p> <p><i>Caesalpinia spinosa</i> no será eficiente que la <i>Moringa Oleífera</i> para el tratamiento de aguas residuales del dren 2000.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimental</li> <li>• Comparativo</li> </ul>	<p>8 litros de agua residual del Dren 4000.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Turbidímetro</li> <li><input type="checkbox"/> conductímetro</li> <li><input type="checkbox"/> Potenciómetro (PH) y °C.</li> <li><input type="checkbox"/> Peachímetro portátil</li> <li><input type="checkbox"/> Prueba de jarras</li> <li><input type="checkbox"/> Balanza analítica</li> <li><input type="checkbox"/> Multiparámetros</li> <li><input type="checkbox"/> Oxímetro:</li> <li>• Turbidez-nefelométrico</li> <li>• Conductividad</li> <li>• SST</li> <li>• pH</li> <li>• DBO</li> <li>• DQO</li> <li>• Oxígeno disuelto</li> </ul>
---	--	--	---	---	--